

Б.С.ТЕМКИН

**ПРОИЗВОДСТВО
ЗЕРКАЛ**

*КОИЗ * 1937*

172 908

5.9.3 - 151

1951

800 251

~~28/II-11256~~

6/VII - 11123

22/X - 11125

25/X 642

~~647~~
~~32~~
~~26/III c 28.~~

15/II c 28 D.X 107

2007

92/95

2007

98

99 2007

172908

ОПЕЧАТКИ

к книге Темкина Б. С. „Производство зеркал“

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
19	2 снизу	тут же	могут	Автора
24	4 сверху	600°	800—900°	„
25	8 снизу	в них	возле	„
25	7 снизу	и просеивается	затем просеивается	„
26	Рис. 18	шаровая мельница (измельчение) должна следовать за сушкой мела или извести		„

Вниманию читателя: на рис. 9 неясно изображены под и свод печи, которые выкладываются из огнеупорного материала.

Инж. Б. С. ТЕМКИН

686

T-324

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРКАЛ

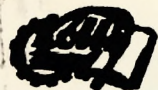
172908

Т.К

1944 г.

АРХИВ

КНИГОХРАНИЛИЩЕ
ОБЩ. БИБЛИОТЕКИ
г. СВЕРДЛОВСК



ВСЕСОЮЗНОЕ КООПЕРАТИВНОЕ ОБЪЕДИНЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1937 ЛЕНИНГРАД

686.7

L

ПРОЗВОДСТВО

ЭПКА

ПРОЗВОДСТВО
ЭПКА
ПРОЗВОДСТВО

ПРОЗВОДСТВО

ПРОЗВОДСТВО

ПРОЗВОДСТВО

ОТ АВТОРА

До Октябрьской социалистической революции все стекольные изделия, в том числе и оконное стекло, вырабатывались ручным способом на заводах с примитивным оборудованием, в невыносимо тяжелых условиях труда. Заводы эти строились главным образом мелкими капиталистами и помещиками в глуши лесов для того, чтобы пользоваться дешевым топливом и рабочей силой. На таких кустарного типа заводах, конечно, не могло быть и речи о применении каких-либо технических достижений. Вся работа велась практиками-самоучками, которые занимались секретничеством и знахарством в области варки различных стеклоизделий.

После Октябрьской социалистической революции, начиная с 1926 г., стекольная промышленность претерпевает коренную реконструкцию, в особенности заводы бутылочного и оконного стекла.

В настоящее время, за немногим исключением, почти вся выработка листового оконного стекла получается с механизированных заводов, оборудованных машинами Фурко, выстроенных заново и частью реконструированных на базе старых заводов.

Хуже обстоит дело с зеркальным стеклом и вследствие этого и с производством зеркал и зеркальных изделий.

Производство зеркал и зеркального стекла в дореволюционной России развивалось крайне медленно. К концу XIX столетия было всего 3 завода зеркального производства (в б. Лифляндской, б. Рязанской губернии и в Донбассе). Из зеркальных заводов литого стекла после революции сохранился только Константиновский зеркальный завод, основанный Бельгийским акционерным обществом. Учитывая тяжелое состояние зеркальной промышленности и остродефицитность зеркал и зеркальных изделий, СНК СССР постановлением от 28/X 1935 г. обязало стекольную промышленность Наркомтяжпрома, Наркомлегпрома

и Наркомместпрома построить и пустить в 1936 г. на заводах листового стекла Фурко зеркальные цехи, оборудованные новейшими конвейерными установками по обработке (шлифовке и полировке) стекла. Эти установки рассчитаны, примерно, на 500 000 м² зеркального (обработанного с двух сторон) стекла, предназначенного для производства зеркал.

Зеркальных фабрик, вырабатывающих зеркала, как до Октябрьской социалистической революции, так и после было и есть значительное количество, но все они носят кустарный характер, с чрезвычайно отсталыми методами производства. Даже наиболее мощные из них: Государственная ленинградская—Лен-стекло (Деминская) и московская (треста Мосстекло) до сих пор еще не механизированы. Основные процессы технологического и химического порядка, как фацетировка и серебрение, еще производятся вручную.

Технический персонал этих производств главным образом состоит из кустарей-практиков и молодых инженеров, слабо знающих это производство и начавших работать по этой специальности только в последнее время.

Крупнейшие силы специалистов стекольной промышленности, слабо знакомые с вопросами фацетировки и серебрения стекла, совершенно забросили этот участок работы.

Достаточно ярким примером является то обстоятельство, что в курсах общей технологии стекла вопросам фацетировки и серебрения отведено не больше 1—2 страниц.

Издаваемая книга «Производство зеркал» является первой попыткой дать инженерно-техническому персоналу зеркальных фабрик грамотное пособие.

Одновременно эта книга может служить пособием для преподавательского персонала стахановских школ повышенного типа и др. Размеры пособия, к сожалению, не позволили автору подробно развить 4-й отдел этой книги — «Оформление зеркал».

В этом отделе дана сжатая схема ведения технологического процесса оформления зеркал.

Полагаем, что эта книга поможет зеркальным фабрикам перестроить свою работу и перейти от кустарных и примитивных способов ведения процессов к наиболее совершенным, которые на базе стахановского движения двинут вперед это отсталое производство.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Когда и кем было открыто стекло, до сих пор остается неизвестным. До сих пор ни одним из историков не дается точного ответа не только на вопрос, кем персонально изобретено стекло, но даже каким народом, какой страной и в какое время.

Существует легенда, согласно которой изобретение стекла приписывается древнему народу — финикиянам.

Один из древних писателей, римлянин Плиний, по этому поводу писал следующее:

«Финикийские торговцы селитрой, расположившись на берегу реки Белуса (Финикия), решили сварить себе пищу. Не найдя камней для очага, они употребили вместо таковых куски перевозимой ими селитры. От действия огня селитра сплавилась с песком, образовав стекловидную массу, которая, застыв, указала им на открытие стекла».

Другой писатель, еврейский, приписывает эту же легенду при тех же обстоятельствах евреям.

Однако следует считать, что это не что иное, как легенда, и ничего похожего на действительность здесь нет. Современным стекольщикам очень хорошо известно, при каких обстоятельствах (температурах) можно сварить даже самое мягкое по своему составу стекло. Безусловно, температура открытого костра для этого недостаточна.

Гораздо более правдоподобно предположение некоторых стекольщиков, что изучение условий получения стеклоплавильных шлаков при выплавке руд или кусков вулканического стекла, находимых при вулканических извержениях, могло навести на мысль изготовления стекла.

Однако достоверно известно, что древние народы — финикияне и египтяне — уже изготавливали стекло и имели довольно

много стекольных заводов, на которых вырабатывались различные стеклянные изделия (вазы, тробницы, колонны). Каким способом они могли делать сложные и изумительные по своему оформлению изделия, остается совершенно неизвестным. Все же, несмотря на существование уже в то время стекольных заводов, стекло еще тогда считалось исключительной драгоценностью.

Впервые, по данным историков, листовое оконное стекло стали изготавливать римляне, которые позаимствовали у древних египтян секреты изготовления стекла. Существование этого вида стекла в Риме подтверждается найденными при раскопках города Помпеи, погибшего при вулканическом извержении, кусками плоского стекла, края которых были оплавлены. Повидимому, эти кусочки стекла изготавливались римлянами литьем. С падением Римской империи заглохло и производство стекла. Заводы, вырабатывавшие стеклянные изделия, погибли, а вместе с ними погибли и секреты выработки этих изделий. Вплоть до крестовых походов, с V по XII век в Европе не работал ни один стекольный завод, и только в XIII веке центром стеклоделия в Европе опять становится Венеция. До этого времени центром стеклоделия была Византия (нынешняя Турция), где византийцы занимались художественной отделкой стекла.

Венецианская республика предоставила в свое время стекольщикам большие привилегии, всячески поощряя этот вид производства. Стеклоделам (так в свое время назывались стекольщики) был отведен отдельный остров Мурано. Эта изоляция имела целью главным образом сохранить в секрете тайну изготовления стеклянных изделий. Стеклоделам под страхом смертной казни запрещалось передавать тайну другим странам. Однако уже в XV—XVII веках, в период наивысшего расцвета венецианского «стеклоделательного» искусства, начинается борьба других стран с Венецией за мировое первенство. Богемские (Германия) шлифованные стеклянные изделия, французская оконная живопись начинают завоевывать всемирную известность.

Первый трактат (сочинение), в котором описывалось подробно производство ручным способом оконного листового стекла, был написан еще в XII веке неким монахом Теофилом. Способ, рассказанный им в своем сочинении, почти ничем не отличается от ручного способа выработки оконного листового стекла, существующего еще на некоторых заводах и ныне (так называе-

мый «холявный способ»). Единственным отличием служит указание монаха Теофила на раскалывание холявы металлической проволокой при помощи нагревания, так как резка алмазом в то время еще известна не была. Алмазом для резки стекла стали пользоваться только начиная с XVI века.

Несмотря на известность способа изготовления этого вида стекла еще с XII века, все же вплоть до XVII века оконное листовое стекло считалось роскошью и не было достоянием не только широких масс, но редко применялось даже в замках феодалов князей.

Начиная с XVII века оконное стекло вырабатывается уже в сравнительно больших количествах на многих заводах.

С середины XVIII века и далее стекольное производство благодаря газогенераторной печи Фридриха Сименса претерпевает целую «революцию». Начиная с середины XIX века делаются попытки за границей механизировать ручной процесс выдувания «холяв» — цилиндров. Целый ряд изобретателей — Фортинг, Зиверт-Любберс — успешно разрешают эту задачу. Однако начиная с 1900 г. выработка листового стекла механизированным путем производится не выдуванием «холяв», а способом вытягивания непрерывной ленты стекла. Задача эта блестяще была решена бельгийцем Эмилем Фурко.

История этого замечательного изобретения такова:

В 1903 г. Эмиль Фурко начал свои опыты по вытягиванию ленты стекла на своем небольшом заводике в Бельгии. Из-за недостатка средств он не в состоянии был произвести свои опыты в крупном производственном масштабе. Бельгийские фабриканты, повидимому, не желая рисковать, не поддержали его, в результате чего Фурко вынужден был прекратить свои опыты на родине.

В 1908 г. Эмиль Фурко проводит свои опыты во Франции. Здесь он уже близок к разрешению своей задачи, однако из-за недостатка средств он вынужден прекратить совсем свои опыты и через несколько лет продает частной английской фирме свое изобретение; сам же Фурко не дожидается признания и применения своего исключительного изобретения и умер в большой нужде незадолго до того времени, когда изготовление оконного листового стекла по его способу приобрело мировое значение.

Параллельно с опытом Фурко вели свои опытные работы по механизации выработки оконного стекла и другие изобретатели.

Кольберн из Франклина (США) и позже Грегориус (способ Питсбурга) (США) успешно разрешили задачу выработки листового оконного стекла другими методами. В 1925 г. 25 проц. всей продукции в США уже вырабатывается по способу Либбей-Оуэнс (фирма, купившая патент изобретателя Кольберна).

История возникновения и развития зеркал и зеркального производства довольно краткая.

Древние народы употребляли металлические зеркала, хорошо отполированные. Есть указания историков, что стеклянное зеркало начали изготавливать еще в Риме. Повидимому, этому послужила найденная стеклянная пластинка, покрытая с одной стороны темной краской и свинцом. Однако достоверно известно, что стеклянные зеркала впервые появились в Венеции в средние века. Это не были литые зеркала, а изготавливались они выдувным способом, причем, если оконное стекло еще вплоть до XVII века считалось роскошью, которую себе позволяли не все феодальные князья, то уж стеклянным зеркалом в то время могли пользоваться только разве короли.

Французский король Франциск I до 1538 г. пользовался стальным зеркалом и только в 1538 г. приобрел зеркало из стекла.

В XVII веке был изобретен способ выработки зеркального литого листового стекла (Лукою де Негу в 1688 г.), и с этого времени начинается развитие зеркального производства.

Искусство обработки стекла (резка, шлифовка, полировка) открыто было, примерно, начиная с 1600 г. Первый, кто овладел этим искусством и кто, собственно, и считается родоначальником этого вида производства, был немец Гаспар Леман.

С тех пор искусство обработки стекла также начинает прививаться в других странах, на ряду с производством литого зеркального стекла.

ЛИСТОВОЕ СТЕКЛО КАК ПОЛУФАБРИКАТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРКАЛ

СЫРЬЕ ДЛЯ ВАРКИ СТЕКЛА

Основными сырыми материалами для выработки стекла являются: песок, сода, сульфат, мел или известняк.

Эти материалы употребляются в больших количествах при выработке любых стеклоизделий — оконного листового стекла, зеркального литого, сортовой посуды, парфюмерной, бутылок и т. п.

В зависимости от сорта и вида стеклянных изделий употребляются в небольших количествах и другие материалы. Так, например, при выработке сортовой посуды употребляются помимо вышеуказанных материалов еще и поташ, свинцовый сурик (для выработки хрусталя) и др.

Для выработки же оконного листового стекла и зеркального литого употребляются только вышеназванные материалы (для выработки зеркального литого стекла употребляют иногда и поташ).

Песок (кремнезем, химическая формула SiO_2 , молекулярный вес — 60,4). В количественном отношении песок занимает первое место среди стеклообразующих материалов, входит в состав стекла от 70 до 75 проц. В природе песок получается в результате разрушения и выветривания горных пород, богатых кварцем (кварц — один из видов кремнезема). Действием воды, воздуха и ветра в течение очень долгого периода времени, иногда десятков и сотен тысяч лет, происходит разрушение горной породы в крупные и мелкие песчинки, которые уносятся и отлагаются везде в виде песчаных отложений. Песок, однако, не является чистым кремнеземом, который является стеклообразующим материалом.

В песке находятся разные примеси в виде глинозема (Al_2O_3), соединений железа, в виде окисного (Fe_2O_3) с большим содержанием железа и закисного (FeO) с меньшим содержанием железа. Часто в песке встречаются в виде примесей: окись кальция (CaO), окись магния (MgO) и др. Все эти примеси, за исключе-

нием соединений железа, полезны, так как сообщают стеклу химическую устойчивость (способность противостоять разъедающему действию атмосферных влияний воды, воздуха) и термическую стойкость (способность выдерживать резкие колебания температуры). Соединения железа вредны; достаточно иметь в песке очень небольшие количества этих соединений, и стекло получается окрашенным в желтый цвет от соединений окисного железа (Fe_2O_3) и зеленый — от соединений закисного железа (FeO).

Для различных сортов стекла, в зависимости от назначения стеклоизделия, допускаются различные нормы содержания того или иного соединения железа в песке.

Так, например, для хрусталя и высшего качества стеклоизделий сортовой посуды содержание примесей железа не должно превышать 0,03 проц.

Для зеркального литого стекла допускается содержание примесей железа не более 0,1 проц.

Для оконного листового стекла заводы применяют пески с содержанием железа до 0,3—0,4 проц.

Однако все эти нормы следует считать относительными, и в зависимости от нахождения способов (в производственном масштабе) по обогащению песков (удаление примесей железа из песков) они, безусловно, будут по мере возможности уменьшаться.

Помимо чистоты в отношении примесей железа песок для варки стекла должен еще отвечать и другим требованиям. Песок должен обладать средней зернистостью. Крупные зерна песка ведут к образованию песчаных камней, а мелкие — к образованию «мошки». Рекомендуются в стекловарении иметь песок с зернистостью в среднем в 0,5 мм.

Песок плавится при очень высокой температуре 1760° . В наших заводских печах расплавить его не представляется возможным, так как огнеупорный материал, из которого сложена печь, плавится при более низкой температуре. Для того, чтобы возможно было расплавить песок при более низких температурах, к нему прибавляют соду или сульфат.

Сода или углекислый натрий (химическая формула Na_2CO_3 , молекулярный вес — 106) плавится при 900° , при варке разлагается на окись натрия и углекислый газ ($\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$).

Окись натрия входит в состав стекла целиком, а углекислый газ (CO_2) улетучивается. Из 106 весовых частей соды 62 части в виде окиси натрия входят в состав стекла, а 44 части в виде углекислого газа улетучиваются.

Сода представляет собою белый порошок, получаемый заводским путем двумя способами:

Способ Леблана (по имени изобретателя этого способа — француза Леблана) состоит в том, что поваренная соль (NaCl) превращается в сернонатриевую соль (Na_2SO_4), которая прокали-

вается в печах вместе с углем и известняком ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{C} + \text{C} + \text{CaCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS} + 2\text{CO}_2$).

Из смеси с сернистым кальцием (CaS) соду отделяют путем выщелачивания водою, в которой сода хорошо растворяется, а сернистый кальций почти не растворим.

По второму способу, предложенному бельгийцем Сольве, сода получается насыщением раствора обыкновенной поваренной соли (NaCl) аммиаком (NH_3) и углекислым газом (CO_2). ($\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$).

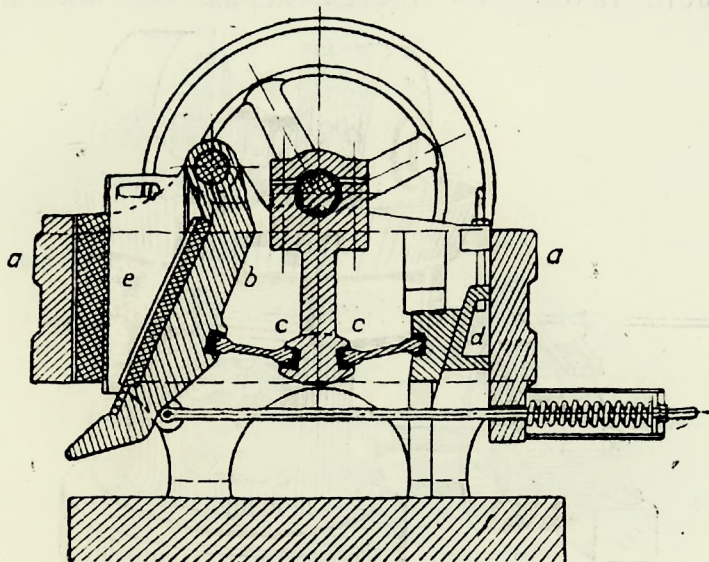


Рис. 1. Камнедробилка

Двууглекислый натр (NaHCO_3) отфильтровывается и прокаливается затем в печах. При этом (NaHCO_3) превращается в кальцинированную соду ($2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$).

Сольвееская сода считается лучше Леблановской.

Сульфат — сернокислый натрий (химическая формула Na_2SO_4 , молекулярный вес — 142). Помимо соды, для введения окиси натрия (Na_2O) в стекло применяют еще и сульфат. При варке сульфат разлагается на окись натрия и серный ангидрид ($\text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3$).

Из 142 весовых частей сульфата 62 части в виде окиси натрия (Na_2O) переходят в стекло, а 80 частей в виде серного ангидрида улетучиваются.

Различают 2 сорта сульфата: естественный сульфат и искусственный.

Залежи искусственного сульфата находятся в Туркестане, в Сибири, на Алтае, Кавказе. Особенно им богат Карабугазский залив, откуда главным образом стекольная промышленность его получает. Искусственный сульфат получается как побочный продукт при производстве соляной кислоты, которая получается из

серной кислоты и поваренной соли ($2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$).

Плавится сульфат при 884°C , однако, разложение сульфата на окись натрия и серный ангидрид происходит при более высокой температуре (при 1120°). В связи с этим приходится при варке с сульфатом держать температуру в печи выше, чем при содовой варке. Отсюда более быстрый износ печей и больший расход тепла, а следовательно, и больший расход топлива. Кроме того, при сульфатной варке разложение сульфата идет с трудом, и часть такового остается неразложенной на поверх-

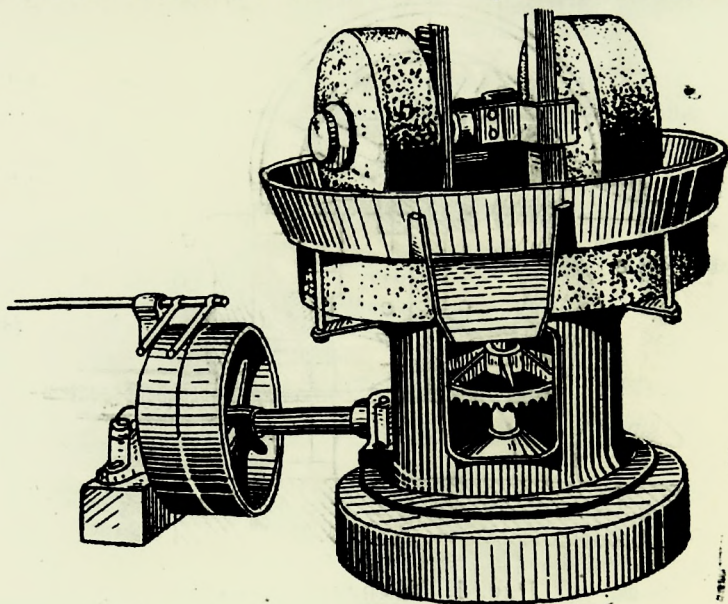


Рис. 2. Бегуны

ности стекла в виде пены (хальмоза). Чтобы облегчить разложение сульфата и устранить возможность образования пены, в состав (шихту) вводят уголь в пределах от 5 до 7 проц. от веса сульфата.

Дефицитность соды заставляет многие заводы переходить частично, а иногда и полностью, в зависимости от ассортимента вырабатываемых стекольных изделий, на сульфат. При выработке оконного листового стекла сульфат добавляется к соде не свыше 20 проц. В сумме сода и сульфат (щелочность) в виде окиси натрия вводятся в состав стекла от 14 до 16 проц. Сульфатное стекло является не совсем желательным полуфабрикатом для изготовления зеркал, так как часто вызывает пороки на зеркале в виде пятен сернистого серебра (Ag_2S), появляющихся в результате разложения поверхностного слоя такого стекла (подробно об этом см. отдел «Серебрение стекла»).

В смеси с содой или сульфатом песок плавится уже сравнительно легко, при значительно более низкой температуре. Но стекло, сваренное только из песка и соды, очень нестойкое. Оно

легко растворяется в воде. Такое стекло носит название «Вас-серглас» — от немецких слов вассер — вода, глас — стекло, «растворимое стекло». Для того, чтобы получить стойкое и прочное, не растворимое в воде стекло, помимо соды прибавляют еще мел или известняк.

Мел и известняк (химическая формула CaCO_3 , молекулярный вес — 100). Мел, как и известняк, встречается в природе в большом количестве. Добыча их производится в меловых или известковых карьерах, откуда они направляются на завод. На заводе куски мела или известняка размалываются на специаль-

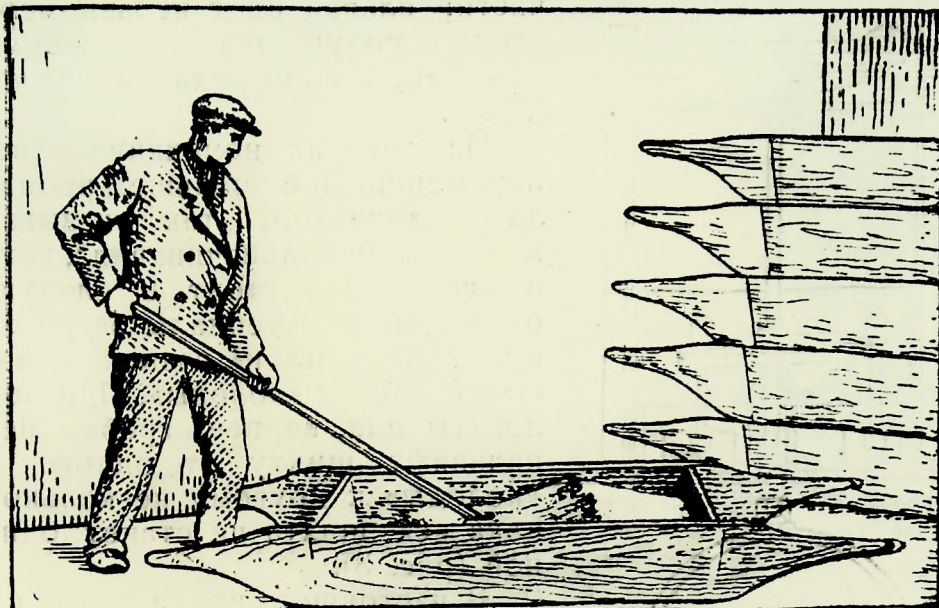


Рис. 3. Ручное смешение шихты

ных аппаратах — камнедробилках (рис. 1) до размеров кулака. Дробление кусков производится между дробящими щеками (e) дробильного пространства, где подвижная часть (v) приводится в движение системой коленчатых рычагов (с). Движением челюсти дробильного пространства материал измельчается и выпадает наружу. Клин (d) позволяет регулировать размер щели, а следовательно, и измельчаемость материала. После размолв на камнедробилке материал поступает на бегуны (рис. 2), где измельчается до состояния муки и в таком виде смешивается с содой и песком.

При варке соединения кальция (мел или известняк) разлагаются на окись кальция и углекислый газ ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$).

Из 100 весовых частей известняка или мела в стекло переходит 56 частей окиси кальция (CaO), а 44 части улетучиваются в виде углекислого газа.

Известняк и мел также редко бывают чистыми, обыкновенно в виде примесей им сопутствуют кремнезем (SiO_2), глинозем (Al_2O_3), а также соединения железа. В состав стекла в виде CaO известняк или мел вводятся в пределах от 8 до 11 проц.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОСТАВА (ШИХТЫ) ДЛЯ ВАРКИ СТЕКЛА

Песок, сода, сульфат, мел или известняк в определенных весовых количествах перемешиваются между собой в специальных смесительных барабанах. После этого так называемая шихта загружается в печь. Перемешивание состава в стекловарении имеет очень большое значение. Существует у стекольщиков поговорка, что «хорошо перемешанный состав — уже наполовину сваренное стекло». И действительно, стоит небрежно перемешать материалы, как происходит расслоение их на составные части; плавка идет неравномерно, и стекло получается с большими дефектами: в виде руха, свили, камней и т. п.

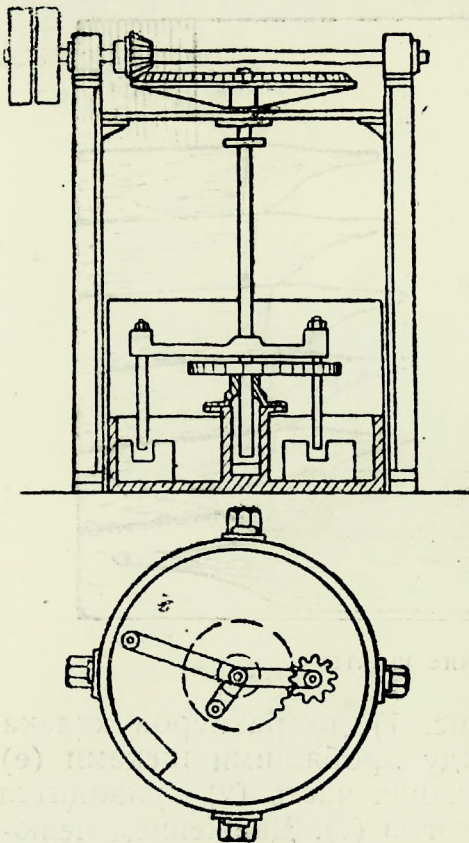


Рис. 4. Вертикальный смеситель для шихты

На заводах немеханизированных перемешивание раньше производилось лопатами, так называемым методом „перелопачивания“, который в основном состоит в следующем: отвешенные материалы загружаются в ящики (носилки), называемые обычно на заводах «колоды». При помощи лопаты или, вернее, гребка перелопачивают шихту от одного конца «колоды» к другому несколько раз, пока вся шихта не станет однородной (рис. 3).

В настоящее время этот примитивный метод перемешивания шихты почти оставлен, и на заводах даже немеханизированных существуют различного типа механические смесители (рис. 4).

На заводах механизированного типа существует специальная смесительная аппаратура (шнеки, гегенштромы), где все время происходит непрерывное перемешивание шихты, с автоматической подачей таковой в печь (рис. 5 и 6). Для облегчения и ускорения плавки стекла одновременно с шихтой загружается около 30 проц. стекольного боя, получающегося в процессе производства. Основное условие — это чистота боя и однородность его с составом, иначе неизбежны пороки при варке стекла.

ВАРКА СТЕКЛА

Варка стекла производится в так называемых горшковых и ваннных печах (рис. 7, 8, 9). Печи (ванные и горшковые) и горшки выложены из огнеупорной массы, выдерживающей высокую температуру плавки и варки стекла.

Горшковые печи перешли к нам из глубокой древности. Еще в XII веке монах Теофил довольно подробно описывает горшковую печь с дровяным отоплением (на рис. 7 представлена такая древняя печь с дровяным отоплением).

Варка стекла в горшках происходит не бесперебойно, а 15—16 часов, в течение которых, собственно, и происходят плавка, варка и очистка (осветление) стекла. Затем идет выработка изделий, пока почти все стекло не извлечено из горшков. После выработки снова насыпают в горшки материал (состав), варят, и снова начинается выработка изделий. Такая выработка называется периодической.

В настоящее время горшковые печи вытеснены более совершенными ванными печами. Горшковые печи употребляются еще для варки главным образом специальных сортов стекла (сортовая посуда высшего качества, хрусталь, цветное стекло, сигнальное и др.). В данном случае, когда требуется производить стекло в сравнительно небольших количествах для разных сортов и разных видов стеклянных изделий, горшковые печи вполне себя оправдывают, так как ванные печи с их большой емкостью для таких целей не пригодны.

Плавка шихты происходит при температуре в 1400—1500°.

Первыми начинают плавиться верхние слои шихты, имеющие непосредственное соприкосновение с печными газами. Выплавившееся на поверхности стекло стекает по конусу вниз. На поду печи становится все больше расплавленного стекла, и оно несколько подымает лежащую на нем шихту. После этого снова начинают оплавляться верхние слои шихты. Образовавшееся стекло снова стекает вниз, и т. д., до тех пор, пока вся шихта не расплавится. После плавки вся масса разогревается до максимально возможной температуры (1450—1500°). При этой температуре стекло становится более жидким, т. е. менее вязким. При такой температуре (в жидкой среде) легче вести очистку от газов, обильное выделение которых происходит при образовании стекла. При жидком, менее вязком стекле газам и водяным парам легче пробиться наружу сквозь толщу стекла.

Для ускорения варки и очистки стекла в горшках еще производят бурление стекла, т. е. приводят стекло в состояние сильного движения, напоминающего кипение. При таком бурлении пузырькам газа, находящимся в стекле, легче выйти из сплава.

В ваннных печах даже при ручном производстве бурление не рекомендуется производить, так как при этом может получиться

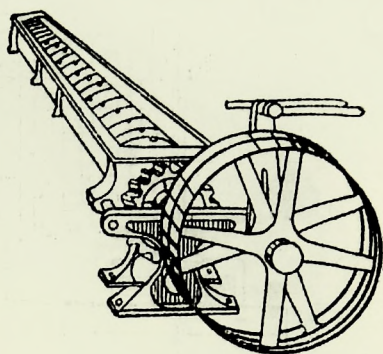


Рис. 5. Шнек

сильное загрязнение стекла поднявшимися со дна ванной печи различными посторонними примесями. Очистка в таких печах происходит в так называемой рафинажной части, которая следует сейчас же за плавильной частью печи.

На рис. 10 показана схема ванной печи непрерывного действия. Варка и выработка в таких печах происходят непрерыв-

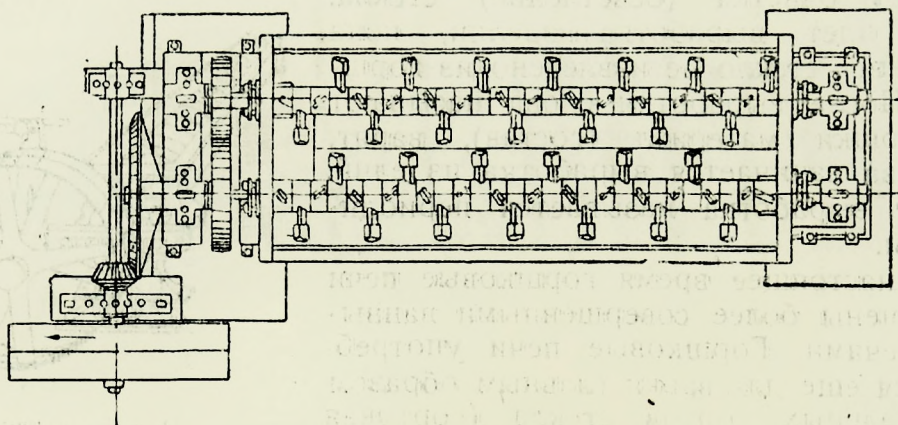


Рис. 6. Гегенштром

но, в отличие от горшковых и некоторых ваннных печей, где варка происходит периодически и чередуется с выработкой.

Часть (1) представляет собою плавильное пространство, часть (2) — рабочую часть печи этого пространства, где происходит выработка изделий; по бокам плавильного пространства расположены регенераторы, часть (3) — особые заполненные шамотным кирпичом камеры, через которые пропускаются нагретые газ и воздух до поступления их в плавильное пространство. С каждой стороны имеются по пять воздушных и газовых каналов, идущих от регенераторов к плавильному пространству, которые при входе в печь образуют так называемые горелки, расположенные по обе стороны печи (4). Самая горячая часть плавильного пространства — между горелками. В рабочей части печи значительно холоднее. Это делается для того, чтобы стекло стало более вязким и пригодным для выработки. В задней части печи (5) расположено окно, через которое загружается шихта. В части (1) происходит плавка состава, который, расплавляясь, движется затем к рабочей части (2). Пройдя предварительно самую горячую часть между горелками, стекло очищается от пузырьков газа жидкой среды и уже очищенное подходит к рабочей части, где, остывая, получает соответствующую вязкость, пригодную для выработки стеклоизделий.

В стекольной промышленности применяются много видов топлива: торф, уголь, дрова и отчасти нефть и — как исключение — природный газ (Дагогани). Однако в современных печных установках твердое топливо непосредственно не сжигается, а предварительно перерабатывается в газ и затем уже сжигается

в печи. Этим достигается полнота сгорания и, следовательно, огромная экономия в расходовании топлива, так как создается возможность использования отходящих газов для подогрева газа и воздуха.

Генераторный газ получается в специальных так называемых генераторах, представляющих собою шахты, сложенные из огнеупорного кирпича (рис. 11, схема простейшего генератора). Сверху шахта имеет загрузочное отверстие с крышками (1 и 2). Промежуток между крышками равняется одной порции загрузки топлива. При подъеме крышки (1) топливо загружают в промежуток на крышку (2). После этого закрывают крышку (1) и открывают крышку (2), откуда топливо проваливается вниз, где оно размещается на колосниковых решетках (3). Образовавшийся газ отводится по трубе (4) через регенераторы к горелкам печи. Вместе с газом по отдельному трубопроводу подается к горелкам печи и воздух. На схеме рис. 12 показана подача газа и воздуха через каналы и регенеративные камеры в ванную печь.

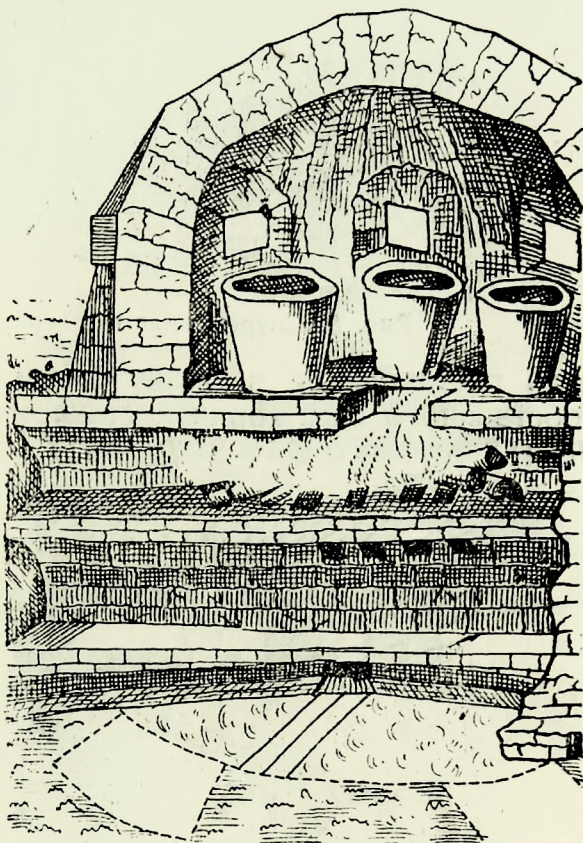


Рис. 7. Русская стеклоплавильная печь 1778 г. „дровянка“

ВЫРАБОТКА ЛИСТОВОГО ОКОННОГО СТЕКЛА РУЧНЫМ СПОСОБОМ

Производство листового стекла ручным (холявным) способом в основном состоит из изготовления путем выдувания цилиндров «холяв», которые затем отжигают, раскалывают и расправляют в плоский лист стекла. Процесс производства цилиндров состоит в следующем:

Мастер в выработочной части печи набирает на специальную железную трубку небольшое количество расплавленного стекла. Трубка эта устроена таким образом, что на том конце, где мастер подносит ее ко рту, имеется деревянный наконечник (рис. 13, 13а). Вторым же концом мастер набирает стекло. После того как мастер набрал определенное количество стекломассы, таковое им уминается и студится на трубке в виде толстостенного шарика, так называемой «баночки». На эту «баночку» набирается порция стекломассы, необходимая для выдувания

одной «холявы», которая укатывается в деревянном долоке чашеобразной формы, после чего мастер и начинает выдувать через трубку. При этом он «холяву» раскачивает, чтобы обеспе-

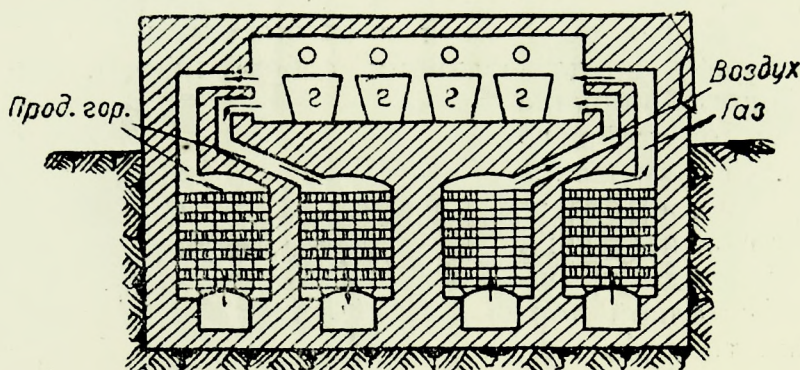


Рис. 8. Современная газогенераторная горшковая печь

чить растягивание в длину цилиндра, который под действием собственного веса горячей стекломассы вытягивается. Для этого против каждого рабочего места около печи, где производится

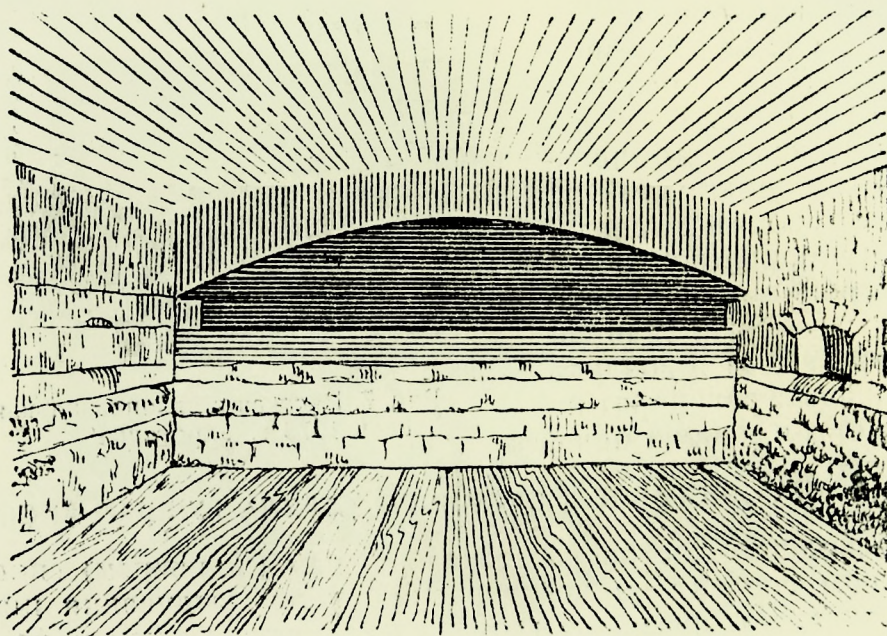


Рис. 9. Внутренний вид ванной печи

выработка, устроен так называемый «промах» — углубление, в которое мастер опускает свою заготовку и раскачивает ее. Однако во время этой операции оттянутое стекло остывает, и его приходится со стороны дна «холявы» несколько раз разогревать в печи через рабочее окно.

Когда «холява» выдута, мастер прилепывает ее о верстак, придает дну плоскую форму и в таком виде (получается форма

бутыли для кислот) относит ее в закальную печь, где она медленно и равномерно охлаждается (отжиг бутылки). Назначение отжига стекла заключается в том, чтобы раскаленный предмет, имеющий очень высокую температуру, постепенно и равномерно остудить до комнатной температуры (15—20° Ц).

Если стекло сейчас же после изготовления его из горячей стекломассы быстро охладить, то в нем образуются вред-

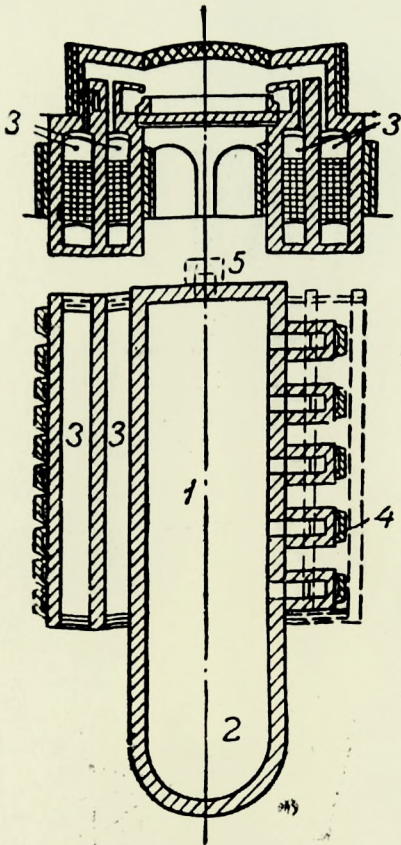


Рис. 10. Схема ванной печи

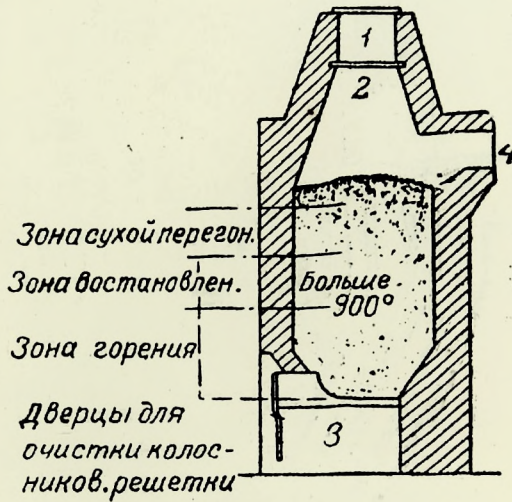


Рис. 11. Схема простейшего газогенератора

ные напряжения вследствие разности температур между наружными и внутренними слоями стекла. Первые, верхние слои стекла при соприкосновении с наружным воздухом быстрее остывают и создают уже твердое вещество. Внутренние же слои стекла, не успевшие еще остыть, продолжают охлаждаться и стремятся к сжатию (по основному закону физики, все тела от нагревания расширяются, от холода сжимаются). Верхний же, уже остывший слой стекла не дает им этой возможности. Отсюда и возникают в стекле так называемые остаточные вредные напряжения. Если не производить отжигания (постепенного охлаждения) цилиндров или других вырабатываемых прямо из горячей стекломассы изделий, то таковые тут же растрескиваются. При равномерном и постепенном охлаждении внутренние

и наружные слои стеклянных изделий равномерно уменьшаются в объеме, не образуя вредных натяжений. Чем равномернее производится отжиг стекла, тем меньше этих вредных натяжений остается в стекле и тем устойчивей изделие по отношению к резким колебаниям температуры.

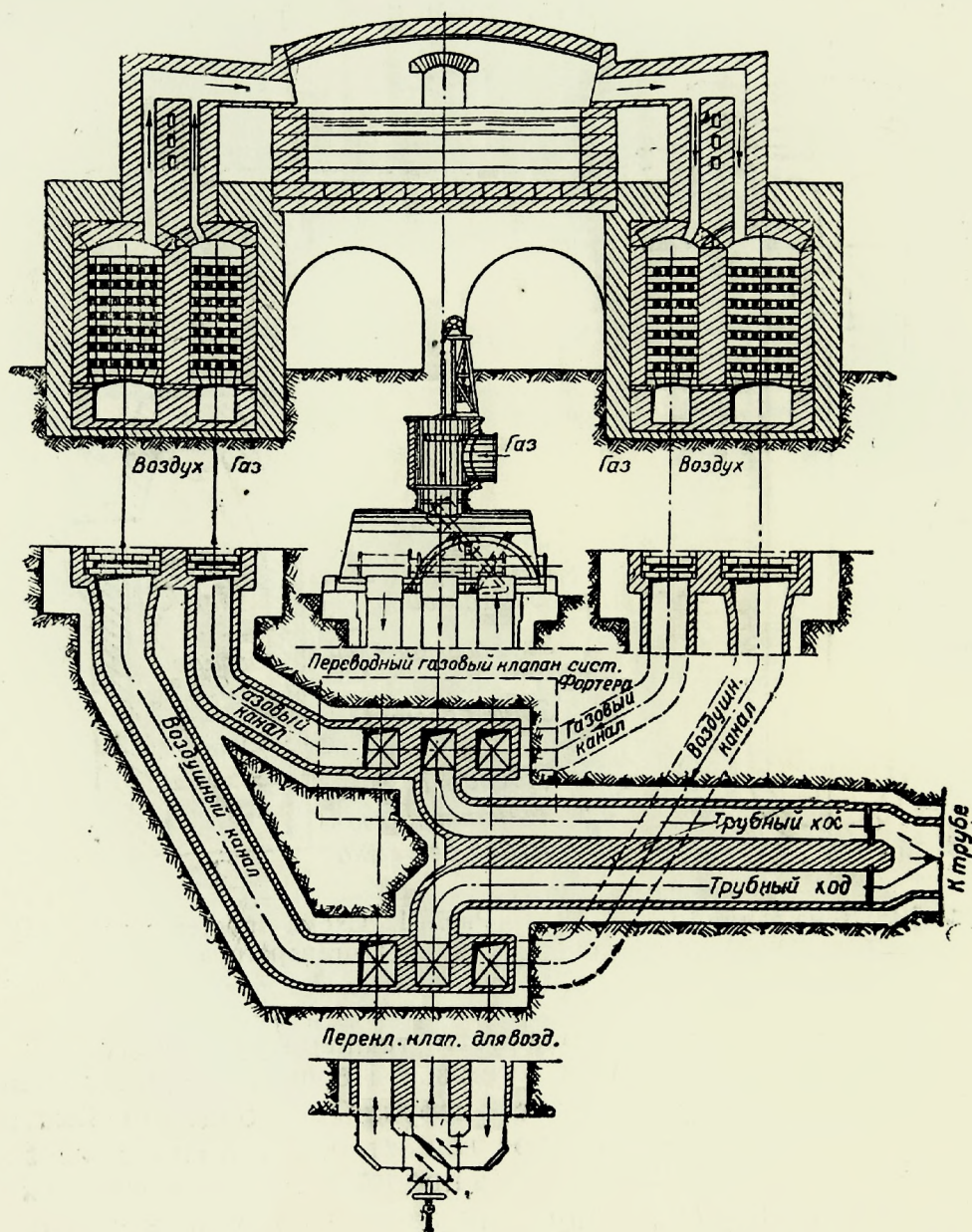


Рис. 12. Схема регенеративного отопления

После отжига цилиндров верхнюю часть (колпак) и дно «холявы» отрезают специальной так называемой отборочной машинкой, а полый цилиндр алмазом разрезается (раскалывается) вдоль.

Расколотые цилиндры падают в правильную печь, или, как ее называют, разводную, где таковые расправляются в листы (рис. 14).

Правильная печь, как показано на схеме, состоит из трех отделений: 1-е отделение — рукав — часть печи, куда поступает

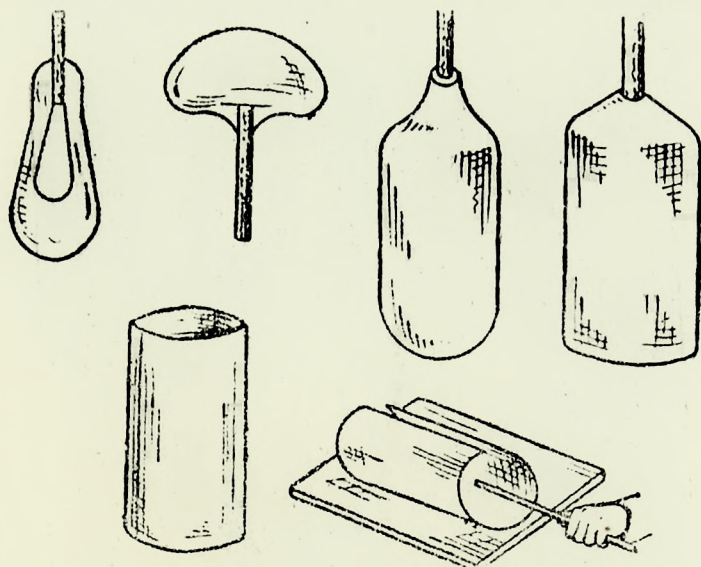


Рис. 13. Схема выделки и расправки холявы для выработки оконного стекла

«холява» для предварительного нагрева; во 2-м отделении происходит правка—разглаживание—расколотых «холяв» и 3-е отделение — рукав, где готовые листы подвергаются отжигу.

В части (1) «холявы» постепенно разогреваются и доводятся до температуры размягчения. Продвижение «холяв» по отделению (1) производится при помощи особого специально приспособленного механизма,двигающегося на роликах. С этого подающего механизма «холява» перебрасывается на стол,двигающийся в плавильном пространстве на тележке и представляющий собою гладкую шамотную плиту. Стол этот носит название лавы. Вследствие большой температуры, господствующей в плавильном пространстве, «холява» размягчается, и мастер через окно (А) на лаве расправляет лист при помощи особой гладилки (железный прут с насаженной на него деревянной колодкой). После расправки листа тележку с лавой откатывают к рукаву (3). Здесь, в этом рукаве, также имеется механизм, передвигающий листы к выходу из рукава. Переброска листов с лавы на механизм производится мастером через окно Б. Длина рукава (3) должна быть таковой, чтобы листы с высокой температурой за время своего прохождения успели медленно охладиться до комнатной температуры. По выходе из печи листы направляют в резной цех для сортировки и резки стекла по заданному ассортименту.

ПРОИЗВОДСТВО ОКОННОГО СТЕКЛА ПО СПОСОБУ ФУРКО

Основной принцип (идея) изобретения Фурко состоит в вытягивании ленты стекла прямо с поверхности стекла. При этом таковая остается неизменной ширины во все время вытягивания листового стекла.



Рис. 13а. Выдувание „холяв“

Еще до Фурко многие изобретатели пытались разрешить проблему вытягивания листового стекла в виде непрерывно тянущейся ленты. Удалось эту задачу разрешить впервые только Фурко.

Вытянуть ленту равномерно на всем своем протяжении изобретателю удалось при помощи специально приспособленной «лодочки», названной именем изобретателя (рис. 15).

Лодочка эта изготавливается из огнеупорной массы и по своему удельному весу легче стекломассы. Благодаря этому она плавает на поверхности стекла. При помощи этой лодочки и происходит непрерывное выдавливание (фонтанирование) стекломассы, которая, будучи захвачена специальной «приманкой» — железной сеткой (рис. 16), может бесконечно тянуться вверх, в виде стеклянной ленты (рис. 17).

Для того чтобы лодочку «утопить» (погрузить) в стекло, служат специальные рычаги в виде четырех железных штанг, прикрепленных к нижней части машины. Штанги эти упираются сверху на четыре угла лодочки. При помощи специально при-

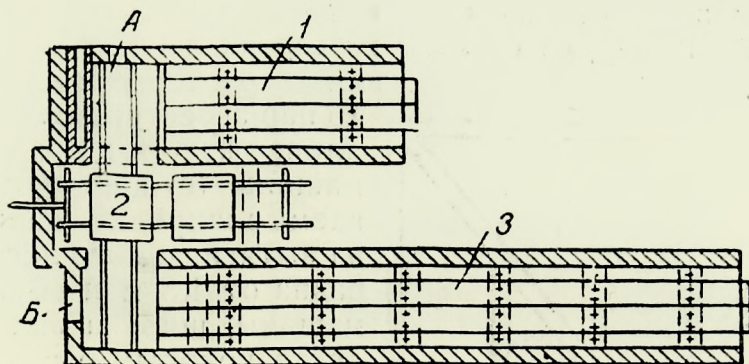


Рис. 14. Схема правильной печи

способленного маховика можно подымать или опускать эти штанги, в зависимости от чего лодочка погружается (вдавливается) в стекло на ту или иную глубину.

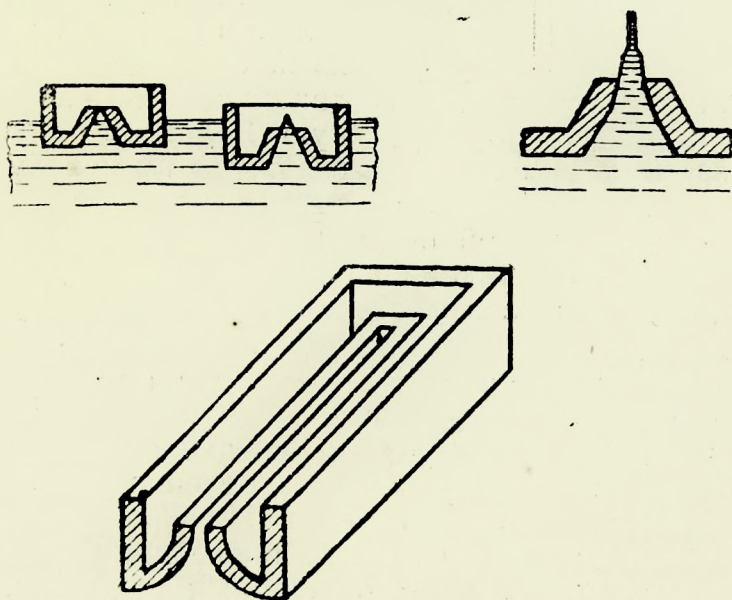


Рис. 15. Лодочка Фурко

Чтобы не произошло сужение стеклянной ленты кверху, по обеим сторонам ее при выходе из щели лодочки Фурко устанавливаются специальные холодильники, через которые беспрерывно циркулирует холодная вода, способствуя отвердеванию

ленты. Отвердевшая (застывшая) лента поднимается машиной через всю шахту вверх. В этой же шахте и происходит отжиг (постепенное охлаждение) ленты. Выработка стекла из щели лодочки происходит, примерно, при температуре в 600°C и в дальнейшем при движении вверх оно медленно охлаждается, и у самых верхних закрытых вальцов температура равна 125° .

Вся машина Фурко состоит из вертикальной шахты высотой, примерно, в 5,2 м¹. Внутри машины располагаются по высоте

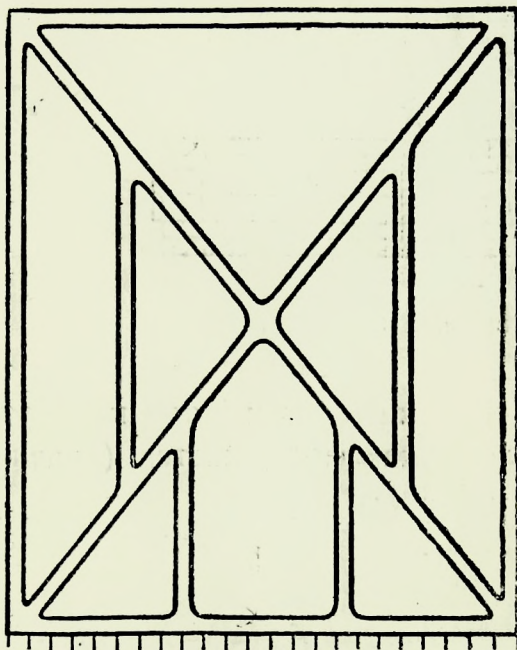


Рис. 16. Приманка для вытягивания ленты стекла

15 пар асбестированных валиков, длина которых равна ширине машины (существуют так называемые широкие машины, ширина вытягиваемого листа которых равна от 1,5 м и выше, и узкие машины, ширина вытягиваемого листа которых равна 1,2 м).

Первая пара валиков, под которыми проходит лента стекла, называется „рубиконом“. Назначение валиков — вытягивание ленты стекла через всю шахту наверх, где и происходит резка стекла, успевшего в шахте постепенно остыть. Каждая пара валиков устроена так, что один из них — правый — имеет неподвижную ось, а левый — подвижную. Валики с подвижной осью снабжены по концам рычагами с грузом, который прижимает их

к валикам с неподвижной осью. Такое устройство дает возможность отрегулировать валики на любую толщину ленты стекла, а также пропускать ленту стекла с различными утолщениями (камнями), не рискуя раздавить стекло. Регулировка производится посредством отодвигания валиков с подвижной осью путем поднятия рычага с грузом. Движение валиков с неподвижной осью получают посредством специальных шестеренок от общего вертикального вала, установленного по всей высоте шахты от 1-й до 15-й пары валиков. Подвижные валики приводятся в движение от неподвижных также при помощи шестеренок с длинными зубьями, позволяющими увеличить расстояние между валиками, не выводя их из сцепления. Вертикальный вал приводится в движение при помощи передаточного механизма и мотора постоянного тока в 2,5 лошадиной силы.

¹ Шахта представляет собою железный каркас, обшитый толстым листовым железом, обитым внутри асбестовой прокладкой.

Для обслуживания машины по высоте шахты расположены 3 площадки: 1-я площадка — между 3-й и 4-й парой валиков, 2-я — между 10-й и 12-й парой и 3-я, верхняя площадка, — над 15-й парой. Верхние валики машины, начиная от 12-й, открыты (рис. 17). Резчик, стоя на 2-й площадке, специальной рулеткой подрезает во всю ширину машины ленту стекла, а рабочий, стоящий на 3-й, специально устроенной площадке, отламывает от всей ленты кусок надрезанного стекла. После отломки производят отбортовку (отрезка утолщенных краев ленты) стекла и транспортировку такового в резной цех, где происходит специальный раскрой стенки (резка и визировка) на заданные размеры.

Основная схема технологического процесса выработки листового оконного стекла машинным способом следующая:

Составные материалы — песок, сода, сульфат, извест-

няк, — соответствующим образом подготовленные и перемешанные, подаются к ванной печи, куда через загрузочные отверстия засыпаются. На механизированных заводах все операции подготовки сырых материалов в специальном цехе завода (составной) производятся механизированным путем (на рис. 18 показана схема приготовления состава механизированным путем). Сырой карьерный песок, завезенный на завод, поступает в специально устроенные вращающиеся сушильные барабаны, обогреваемые помещенной в них топкой. В этом сушильном барабане песок просушивается и просеивается, после чего он ковшевым элеватором (рис. 19) забрасывается в расходный бункер (конусообразный большой емкости ящик). Сушат песок с целью удаления из него воды (песок иногда специально промывают для очистки его от примесей железа).

Остальные материалы, как сода и сульфат, также подвергаются сушке и затем направляются в свои расходные бункера.

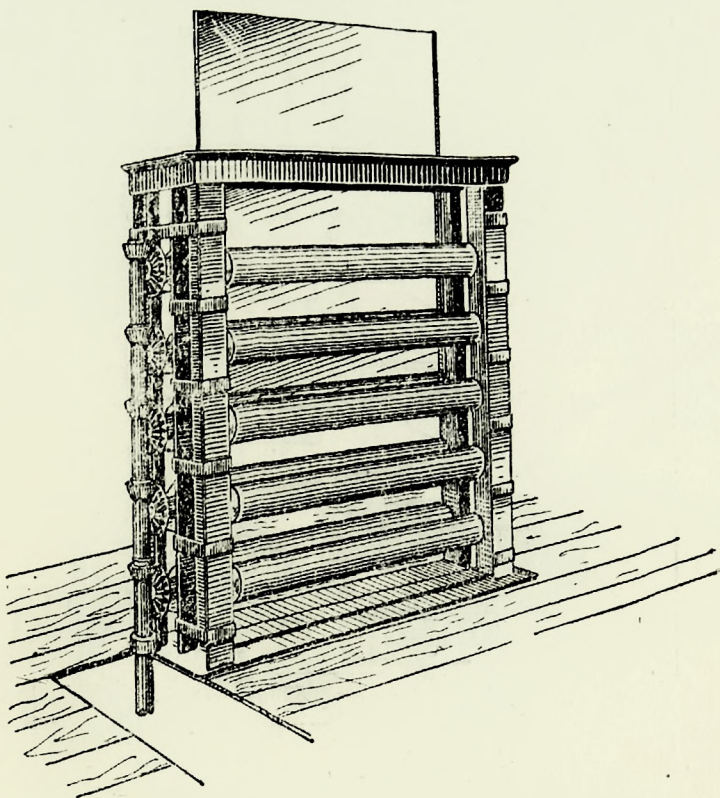


Рис. 17. Вытягивание ленты стекла вверх

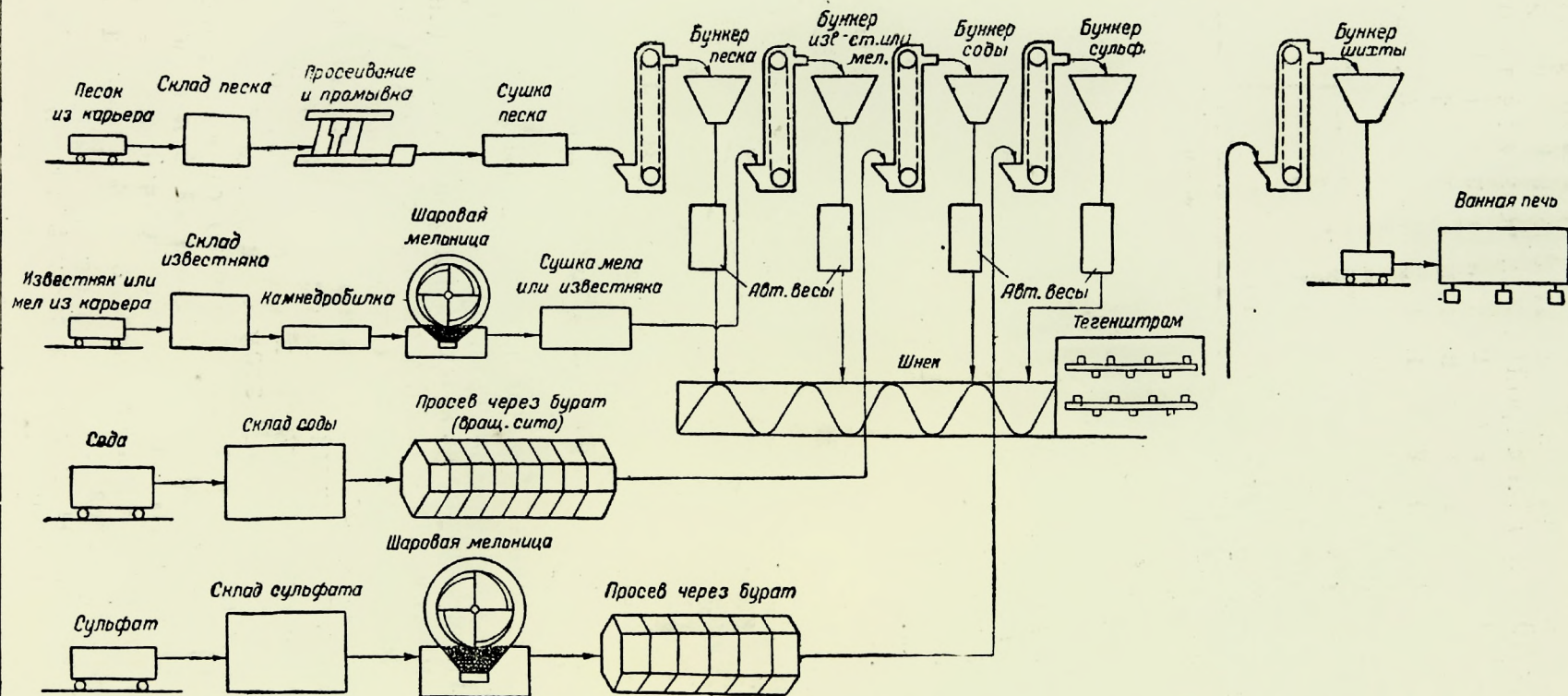
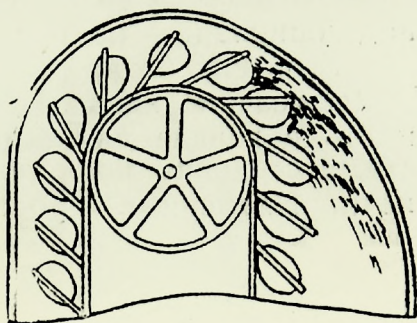


Рис. 18. Схема подачи в печь составных материалов механизированным способом

Мел или известняк предварительно размалываются, после чего проходят также через вращающиеся сушильные барабаны. Из расходных бункеров все материалы систематически подаются на специальные весы, которые отвешивают необходимые порции материалов. Отвешенные материалы автоматически тут же сбрасываются в шнек, расположенный внизу и идущий вдоль всех расходных бункеров. Засыпанный состав тщательно шнеком перемешивается, проходит еще ряд специальных смесителей (генштромы), где происходит окончательное перемешивание шихты. После смешивания шихта ковшевым элеватором подается в расходный бункер. Из бункера шихта подается к ванной печи. Сюда же, к ванной печи, подается и бой стекла, получающийся в процессе производства.



Ванная печь, обычно рассчитанная на 10 машин Фурко, имеет около 30 м длины, 6 м ширины и 1,5 м глубины.

На рис. 20 в плане показано расположение ванной печи и канала Фурко. В части (1) происходит плавка стекла. Готовая стекломасса через перешеек ванной печи (2) поступает в канал Фурко (3), где происходит выработка стекла (вытягивание ленты). По обеим сторонам ванной печи устанавливаются горелки (4) для подачи газа в ванную печь. У канала Фурко также по обеим сторонам устанавливаются горелки (5) для подачи газа в канал Фурко. Весь канал разделен при помощи специальных перегородок из огнеупорной массы (шамота), так называемых «мостов», погруженных в стекло на несколько сантиметров, на ряд камер, которые между собою чередуются.

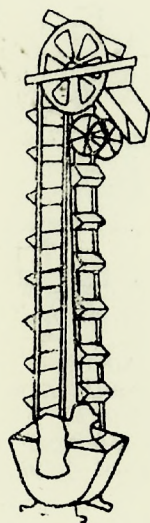


Рис. 19. Ковшевой элеватор

Рабочие камеры, меньшие по величине, носят название подмашинных, и отсюда и производятся выработка и вытягивание ленты стекла. Подогревательные камеры, большие по объему подмашинных, служат только для подогрева стекломассы перед ее поступлением в подмашинную камеру. Всего в канале Фурко, оборудованном 10 машинами Фурко, имеется 12 подогревательных и 10 подмашинных камер. По длине канала Фурко расположены 12 пар горелок, служащих для подачи необходимого количества газа в камеры.

Подача газа регулируется специально устроенным для этой цели клапаном. При нормальной работе для поддержания необходимого теплового режима в канале газ подается только в подогревательные камеры. В подмашинные камеры газ подается сравнительно редко: в случаях обрыва ленты, когда рабочая — подмашинная — камера должна быть соответствующим образом подготовлена (подогрета).

Разделение канала (3) с ванной печью (1) сделано с целью иметь в канале для выработки стекло соответствующей вязкости, а следовательно, температуру более низкую, чем в ванной печи.

Пламенные пространства ванны и канала разъединены специальной перегородкой, дающей возможность не пропустить в канал слишком горячих печных газов.

Имеются различной конструкции типы каналов ванной печи. Основных же типов в стекльной промышленности СССР два: 1) тип бельгийского канала (рис. 20) и 2) тип чехословацкого канала (рис. 21).

Конструктивные особенности первого таковы, что машины над ними располагаются в один ряд, и стекло-масса, прежде чем попасть в крайние машины, должна пройти по

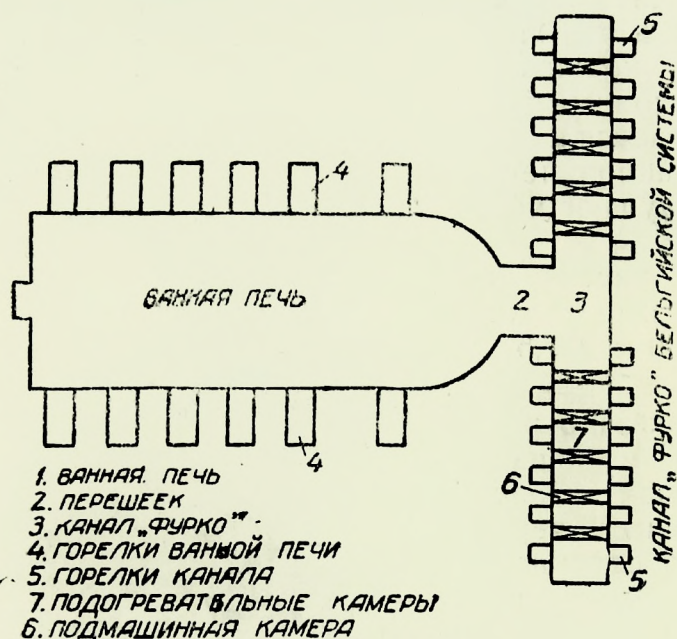


Рис. 20. Расположение ванной печи и канала Фурко бельгийской системы

пути целый ряд камер. В подмашинных они охлаждаются, в подогревательных, подогреваются. Такая последовательная смена температур вредно отражается на качестве стекла. На практике замечают, что средние машины всегда дают лучшее качество стекла. Это объясняется тем, что машины средние непосредственно питаются от перешейка ванной печи. Зато в смысле обслуживания бельгийский канал имеет ряд преимуществ, так как колебания теплового режима печи почти не отражаются на тепловом режиме канала. Изменения и колебания в температуре печи отражаются только на двух средних машинах.

Конструкция чехословацкой системы канала такова, что дает возможность питать машины непосредственно из перешейка ванной печи. Качество стекла при таком расположении машин получается выше, чем при бельгийской системе, зато колебания

теплового режима печи отражаются сразу на всех машинах канала.

У нас, в СССР, почти все заводы, за исключением завода «Пионер» (быв. Мешеронский завод), оборудованы каналами бельгийской системы. В последнее время за границей перестали применять каналы бельгийской системы исключительно из-за плохого качества стекла. Некоторые заводы там перешли на установку машин, непосредственно питающихся из бассейна ванной печи. Однако этот вопрос пока является еще только последней технической новинкой в области производства стекла, не имеющей еще пока своего большого распространения.

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРКАЛЬНОГО ЛИТОГО СТЕКЛА

Шихта для производства зеркального литого стекла очень мало отличается от состава, употребляемого для листового оконного стекла. За исключением сульфата, редко употребляемого при выработке зеркального литого стекла в количествах,

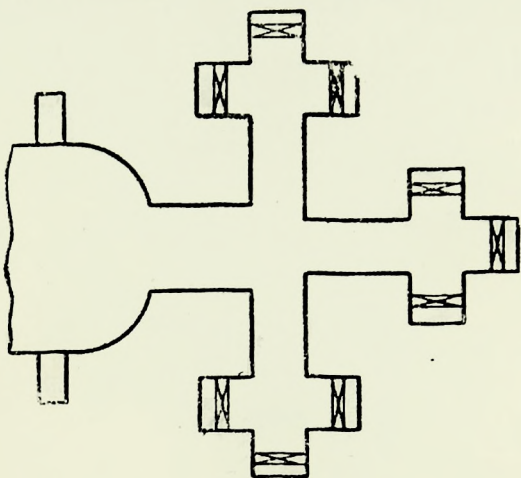


Рис. 21. Канал Фурко чехословацкой системы

какие упоминались выше, состав стекла остается тот же. Основными стеклообразующими веществами остаются песок, сода и мел, или известняк. Однако материалы для выработки зеркального стекла должны отличаться чистотой, главным образом малым содержанием примесей железа в песке — не выше 0,1 проц.

Варка стекла производится как в горшковых, так и в ваннных печах. У нас, в СССР, на единственном пока заводе (в Константиновке) варка литого зеркального стекла производится в горшковых печах.

Печь обычная регенеративная, примерно, на 12—16 горшков. В печи против каждого горшка имеется отверстие, закрытое передком из огнеупорной глины, снабженное противовесом, что позволяет передок у окна быстро и легко приподымать, когда горшок вынимают для отливки. Для возможно лучшего процесса плавки и варки стекла уходит, примерно, 20 часов. К концу варки температуру печи понижают до необходимой температуры литья: примерно, до 1000° Ц. Когда стекло готово для литья, горшок вынимают из печи при помощи крана, к которому подвешен специальный зажим, захватывающий горшок и передающий таковой на литейный стол для выливания.

Современные литейные столы делают больших размеров, примерно, от 25 до 45 м² (до 9 м длиной и 5 м шириной). Ли-

тейный стол должен быть исключительно ровным, гладким, иначе стекло получится коробленое, и тогда время, затрачиваемое на грубую шлифовку для уравнивания толщины листа, будет гораздо большим. Горячая стекломасса, вылитая на литейный стол, сильно разогревает таковой, причем этот разогрев происходит неравномерно. Больше всего нагревается середина. Таким образом создаются условия, благоприятствующие короблению стола. Для того чтобы по возможности избежать этого, литей-

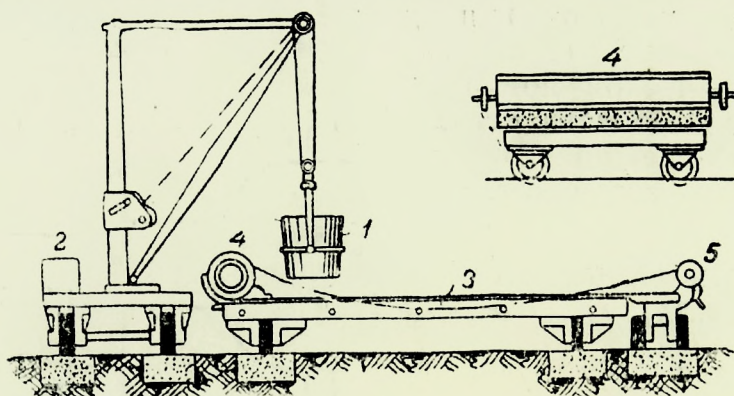


Рис. 22. Установка для литья стекла

ный стол делают составным, т. е. из 10—12 полос литой стали, сложенных вместе. С боков стола прикрепляются планки, которые не позволяют вылитому на стол стеклу стекать с него. Высота планок определяет толщину, которую должен иметь лист стекла.

На рис. 22 представлена схема подачи и прокатки литого стекла. Горшок со стеклом (1) извлекается из печи подъемным краном (2) и выливается затем на чугунный литейный стол (3). На планках движется (катается) вал (4), назначение которого — разглаживать, раскатывать и выравнивать поверхность вылитого горячего стекла. Раскатывается вал при помощи ворота (5), находящегося на специально приспособленной тележке, стоящей рядом с литейным столом. Ворот соединен с валом при помощи цепей или металлического троса, который тянет за собой вал. Вал перекачивается через весь стол, после чего ставится на тележку.

После прокатки сырой (нешлифованный и неполированный) лист стекла направляется в специальную отжигательную печь для отжига. Отжигательная печь обычно располагается у литейного стола. По выходе из отжигательной печи стекло подается в шлифовочно-полировочный цех для обработки.

Описанный выше способ является уже несколько устарелым и редко применяемым за границей. Неэкономичность этого способа состоит в том, что листы, несмотря на охлаждение стола и даже вальца (охлаждение вальца стали только в последнее время применять), все же получают неравномерной толщины,

и $\frac{1}{4}$ толщины стекла приходится сошлифовывать, что влияет сильно на удорожание этого вида стекла.

В настоящее время за границей применяют различные системы прокатки литого стекла между двумя вальцами.

На рис. 23 показана схема прокатной машины по Ченсу (Англия, 1890 г.). Стекло, вылитое из черпака на приемный стол, прокатывается между большими вальцами. Прокатный лист по-

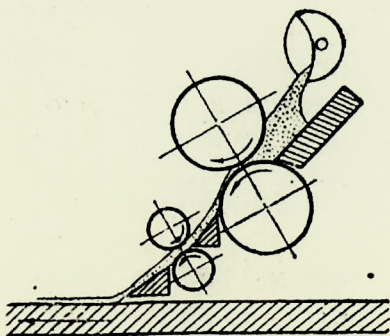


Рис. 23. Прокатная машина по Ченсу (А. Венделер, „Машинное производство стекла“, стр. 25)

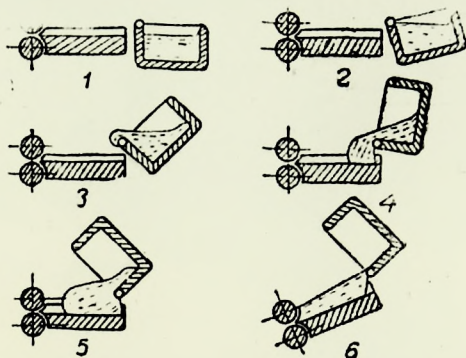


Рис. 24. Схема прокатки стекла по Бишеру (А. Венделер, „Машинное производство стекла“, стр. 27)

ступает затем во вторую пару вальцов, имеющих несколько большую скорость, чем первая. Эта вторая пара вальцов направляет лист стекла на литейный стол, расположенный ниже вальцовочного приспособления. Со стола, который все время движется в определенном направлении, лист сталкивается в отжигательную печь, находящуюся в непосредственной близости.

Схема (рис. 24) прокатки по Бишеру (Германия) ясна без пояснений. Преимущество этого способа состоит в том, что содержимое целого горшка емкостью в 850 л может быть вылит в него плавно. Благодаря этому не происходит резкого устремления стекломассы, она постепенно и ровно направляется в щель между вальцами. При таком способе работы сильно повышается производительность (пропускная способность) не только сырого, но и шлифованного стекла. Колебания в толщине стекла в среднем не превосходят при этом 0,6 мм против $2\frac{1}{2}$ —3 мм в прокатанном на столе 11 $\frac{1}{2}$ -мм стекле. Отсюда сокращение времени шлифовки.

Наконец новейший способ выработки зеркального литого стекла — это подача стекломассы непосредственно из ванной печи прямо к вальцам в виде непрерывного потока.

На рис. 25 представлена схема прокатки по Форду. Стекло-масса подается непосредственно из ванной печи по специально проложенному шамотному желобу (а), подающему стекломассу к двум вальцам различных диаметров. Поток стекломассы регулируется при помощи шамотных шиберов (б). Вальцы охлажда-

ются водой, температура охлаждающей воды поддерживается автоматически точно при 80°C . По выходе вальцов стеклянная лента направляется прямо в отжигательную печь. Толщина прокатанного по такому способу стекла составляет 7—8 мм, а после шлифовки—6,5 мм. Таким образом получается большая экономия во времени шлифовки и, следовательно, в пропускной способности готового отполированного зеркального стекла.

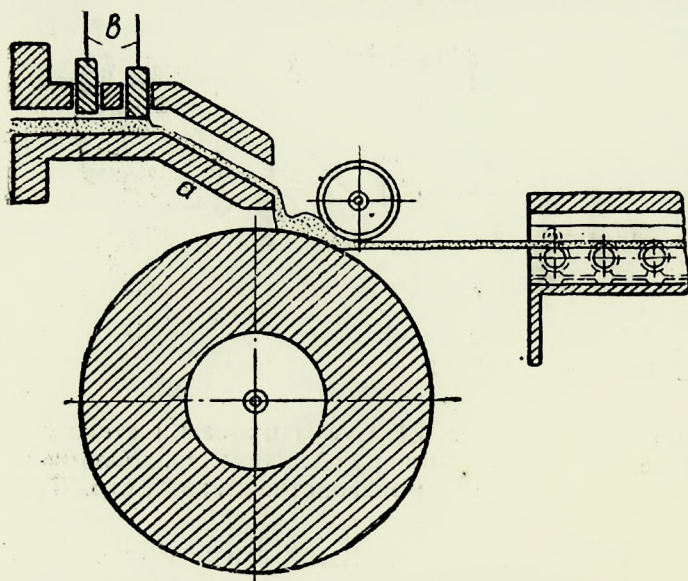


Рис. 25. Схема прокатки стекла по Форду (А. Венделер, „Производство стекла“, стр. 31)

По выходе из отжигательных печей стекло, подрезанное и подобранное, направляется в шлифовочно-полировочные цехи для соответствующей обработки.

Обработка (шлифовка и полировка) стекла производится на станках различной конструкции. Однако в основном мы имеем два типа станков:

1) Тип круглых станков, имеющих вращательное движение, где столы со стеклом вращаются вместе с чугунной шайбой.

2) Тип станков, где столы имеют прямоугольные размеры и совершают поступательно-возвратное (индивидуально работающие) или поступательное движение (конвейерная установка). Чугунные же шайбы (ферассы) закреплены на месте и совершают вращательное движение.

Первый тип станков—круглые, вращающиеся—является уже устаревшим. У нас, в СССР, они установлены на Константиновском зеркалокомбинате в Донбассе еще задолго до Октябрьской социалистической революции быв. Бельгийским акционерным обществом. Станки эти имеют следующие недостатки:

Зеркальное стекло получается прямоугольными листами. Для заполнения столов круглой формы приходится укладывать помимо больших листов еще некоторое количество малых, сравнительно небольшой ценности, кусков в виде клиньев.

Второй основной недостаток шлифовки и полировки на круглых столах заключается в прерывистости процесса, требующего поэтому дорогих транспортных устройств и больших площадей, которые непроизводительно используются.

В основном процесс обработки стекла на этих станках совершается по следующей схеме.

Больших размеров круглый стол, на котором может быть уложено до 30 м² стекла, движется по рельсовому пути к чугунным ферассам (дискам). Здесь стол включается специальным приспособлением в общую систему работы установки. После определенного промежутка времени шлифовки соответствующей фракцией песка стол выключается из общей системы. По рельсовому пути при помощи электровоза стол со стеклом направляется под следующие чугунные ферассы, работающие более мелкими песками и наждаками. После окончательной шлифовки наждаками тщательно промытый стол со стеклом направляется в полировочное отделение, где производится полировка стекла. После полировки стекло переворачивается на другую сторону, и работа совершается таким же порядком. Предварительно столы со стеклом по рельсовому пути при помощи электровоза переносятся снова в шлифовочное отделение.

Наиболее совершенными установками считаются сейчас конвейерный тип установки с применением столов прямоугольной формы. Столы эти, соединяясь в бесконечную ленту, составляют непрерывное шлифовочное и полировочное полотно, передвигающееся по рельсам под вращающиеся шлифовальные и полировальные приспособления.

Впервые конвейерная установка была установлена на американском заводе «Форда». Сейчас конвейерные установки для обработки (шлифовки и полировки) стекла, как литого, так и тянутого способом Фурко, завоевали себе прочное место за границей. Практика работы на этих установках показала явное их преимущество перед станками круглых систем с прерывным процессом работы.

В основном конвейер состоит из двух ветвей, идущих параллельно друг другу. Весь путь этих ветвей представляет собою бетонный массив, на котором уложены рельсы таврового типа.

По этому рельсовому пути движется целый состав чугунных столов, сцепленных между собой при помощи особого приспособления. Продвижение столов осуществляется при помощи цепного толкателя с приводом от мотора.

Весь конвейер (рис. 26, см. вклейку в конце книги) на своем пути имеет 4 основных отделения, чередующихся между собой. Первое отделение — шлифовка одной стороны стекла. Второе отделение — полировка одной стороны стекла. Третье отделение — шлифовка другой стороны стекла. Четвертое и последнее отделение — полировка другой стороны стекла. Весь процесс совершается по замкнутому циклу. Сырое стекло со склада сырья подается к шлифовальному отделению. Здесь стекло укладывается на столы и закрепляется гипсом. После этого стекло направляется по первой ветви в шлифовочное отделение. Шлифовочное отделение в свою очередь разделяется на: грубую шлифовку песком (3) и тонкую — корундовым порошком или наждаком (4). Столы со стеклом, пройдя песочную и наждако-

вую группу шлифовочного отделения, проходят на этой же ветви инспекцию (5), а затем дальше — в полировочное отделение. На этом кончается процесс обработки одной стороны. Стекло со столов снимается и переносится на второй путь, где укладывается на столы обратной стороной; столы же без стекла проходят специальную мойку (7) и затем особой передаточной тележкой (трансферкарой) (1) передаются на второй путь.

По второму пути процесс шлифовки и полировки совершается аналогичным путем. С самого начала пути производится укладка стекла на стол с гипсовой подливкой. До начала поступления во второе шлифовочное отделение гипс успевает схватиться (отвердевает). После продвижения через грубую и тонкую шлифовку стол опять на ходу проходит инспекцию, просматривается и промытый поступает в полировочное отделение. Из полировочного отделения готовый продукт снимается со стола и направляется в моечное отделение (9). Освободившиеся столы проходят снова мойку и чистку от приставших частичек грязи (гипса, мумии). После мойки столы опять поступают на первый путь для укладки на них сырого стекла. Готовое же стекло в моечном отделении тщательно промывается и, высушенное или вытертое насухо, направляется в резной цех (10). Предварительно до резного цеха стекло просматривается в инспекции.

В зависимости от наличия пороков в стекле таковое разрезается на определенные размеры с удалением порочных участков. В зависимости от мощности устанавливаемого агрегата, т. е. от количества шлифовальных и полировальных станков, и устанавливается скорость конвейера. Чем больше установлено станков в конвейерной установке, тем больше скорость таковой, а следовательно, и выше производительность.

Соотношение шлифовальных и полировальных станков в разных конвейерных установках бывает разным.

По данным американского завода Форда, соотношение станков должно быть: 55 проц. шлифовальных и 45 проц. полировальных. В большинстве устанавливаемых у нас, в СССР, конвейерных установок это соотношение и принято. В Германии на заводе Бишера соотношение шлифовальных и полировальных станков обратное, т. е., примерно, около 40 проц. шлифовальных и 60 проц. полировальных. В последнее время на новейшей конвейерной установке у Форда принято уже соотношение шлифовальных и полировальных 60 : 100. Даже для автомобильного стекла Форд изменил соотношение в сторону увеличения количества полировочных станков.

Повидимому, в ближайшее время на наших конвейерных установках на Гомельском заводе и заводе «Пролетарий» придется также соотношение станков менять в сторону увеличения полировочных, за счет уменьшения шлифовочных станков.

В настоящее время впервые в СССР конвейерные установки по методу Форда будут осваиваться на заводах Главстекло, на

заводе им. Сталина в Белоруссии и на заводе «Пролетарий» в Донбассе (конвейерная установка завода «Пролетарий» несколько отличается от типа фордовской установки). Помимо этих установок, по линии стекольной промышленности Наркомтяжпрома и Наркомместпрома проектируются также несколько точек конвейерных установок. Эти конвейеры в основном мало отличаются от вышеописанной нами фордовской установки.

Из индивидуально работающих станков особый интерес для зеркальных фабрик представляют станки «Ш-1», сконструированные и выпускаемые заводом Стекломашина № 2 на ст. Гусь-Хрустальный. Конструкция этих станков, обслуживание и обработка ими стекла будут нами подробно освещены ниже, в главе «Обработка стекла».

ПОРОКИ СТЕКЛА

Пороки в стекле могут появляться вследствие различных причин. Наиболее часто встречающиеся пороки, влияющие на ухудшение получаемого зеркала, следующие:

Мошка и пузырь, шлир и свиль, камни, рух, волнистость и полосность, плохой отжиг, плохое обесцвечивание, жесткое стекло, химическая неустойчивость стекла, матовость при обработке (шлифовке и полировке) стекла, различные налёты на полированном стекле.

Все эти пороки можно разбить на 5 групп:

1. Пороки, не зависящие от способа производства.
2. Пороки, присущие только ручному производству.
3. Пороки, присущие машинной выработке стекла.
4. Пороки от обработки (шлифовки и полировки) стекла.
5. Пороки на подготовленном (отполированном) стекле вследствие небрежного хранения такового в производстве.

К первой группе относятся, главным образом, пороки, возникающие в процессе варки и выработки стекла, как-то: мошка крупная (пузырь) и мелкая, свиль и шлир, камни, плохо обесцвеченное стекло, плохой отжиг, химически нестойкое стекло, жесткое стекло.

Мошка мелкая и крупная (пузырь) образовывается во время варки стекла, когда пузырьки воздуха и газа не в состоянии пробиться сквозь вязкую массу стекла и остаются внутри ее. Обычно процесс изготовления стекла из сырых материалов протекает в двух стадиях: период плавки и период очистки — осветления. Во время плавки входящие в состав шихты материалы, как песок, сода, сульфат, мел, вступают между собой во взаимодействие и образуют стекловидную массу, называемую стеклом, при этом выделяются в большом количестве как воздух, находящийся между отдельными частями шихты, так и, главным образом, газы, образовавшиеся от разложения сырых материалов. Больше всего выделяется углекислого газа CO_2 (при содовой шихте) и, в зависимости от количества сульфата, тот или иной

процент сернистого газа (SO_2). Выделяются при этом также кислород, азот, водяной пар. Все эти газы и пары воздуха устремляются вверх и в виде пузырей приводят в движение стекольную массу. Большинство образующихся таким образом газов уходит прочь из сплава. Некоторое же количество остается, не будучи в состоянии пробраться наверх сквозь вязкое стекло. На удаление последних пузырьков газов и уходит весь второй период очистки или осветления. Для этого в печи поддерживают более высокую температуру, так как при менее вязком стекле создаются условия, благоприятствующие прохождению пузырьков сквозь толщу стекломассы.

Согласно номенклатуре пороков мошка должна иметь размер не свыше 0,8 мм. Пузыри бывают разных размеров.

Мошка мелкая и крупная (пузырь) портят внешний вид стекла, понижают его прочность, делая его более хрупким, а главное, — они уменьшают степень сопротивляемости стекла разъедающим веществам.

Для изготовления зеркал мошка может быть в стекле допущена в чрезвычайно редко разбросанном по всей поверхности виде. Количество пузырей, допускаемых на 1 м² зеркала, устанавливается соответствующими стандартами. Мошка и пузырь определяются внешним осмотром. Обычно для лучшего выявления количества мошки, находящейся в стекле и подчас не заметной для невооруженного глаза, пользуются следующим методом: стекло кладут на стол, покрытый черным сукном или другой материей черного цвета. При искусственном свете мошка легко видима. Также она видима через торец стекла.

С в и л ь — нити в стекле, идущие в произвольном направлении. Обычно свиль, появляющаяся в расплавленном стекле, особенно в начале варки, является следствием неоднородности стекломассы. Выделение газов во время варки способствует надлежащему смешиванию стекломассы и удалению большей части свилей. Однако достигнуть полной однородности в стекле удается чрезвычайно редко.

В производстве оптического стекла однородность (отсутствие свили) имеет особо важное значение, и для достижения таковой принимаются специальные меры. Следует оговориться, что установить однородность невооруженным глазом не всегда возможно. Оптики обычно определяют свиль специальными приборами, что же касается стекла, идущего на изготовление зеркал, то «невидимые» или маловидимые свили браком для этого вида стекла не считаются. Свиль, хорошо видимая невооруженным глазом в стекле, предназначенном для серебрений, не допустима.

Ш л и р — грубая свиль — большое скопление нитей, идущих в различном направлении и резко выраженных. Иногда шлиры бывают в виде толстых, сплошных параллельных полос, которые дают впечатление слоистости стекла. Их обычно называют «складкой». Этот вид свилей чаще встречается в литом зеркальном стекле.

Появление в готовом стекле шлира, свилей объясняется различными причинами. Главнейшие из них: режим варки, неудачный выбор сырых материалов, плохое перемешивание шихты, случайное попадание капель со свода печи, разъедание горшков и бруса печей (огнеупорный материал, из которого делаются горшки и печной припас).

Для избежания образования шлиров и свили режим варки должен быть ровным, без резких колебаний, повышений и внезапных понижений температуры. Песок не должен быть крупнозернистым, а все остальные материалы должны быть хорошо просеяны. Материалы шихты должны быть хорошо перемешаны между собой и с мелкоизмельченным боем, который подается с шихтой в печь. Бой должен быть по возможности однородным по своему составу со стеклом, которое варится, иначе неизбежно образование свили.

Разъедание бруса в ваннных печах и кусочки, отколовшиеся от горшка, также ведут к образованию шлира в виде камней, за которыми тянется хвост свилей. Как сильно заметная свиль, так и, в особенности, шлир в стекле для серебрения не допустимы.

Камни по характеру своему различаются на камни материальные, камни шамотные, камни от «капель» свода печи и камни расстекловывания.

Материальный, или составной, камень появляется в стекле в результате неаккуратного приготовления или вследствие непровара шихты. Если, скажем, какое либо вещество, главным образом песок и мел, входящие в состав шихты, недостаточно просушено и просеяно перед своим смешиванием, то оно может сбиться в комки и в таком виде попасть в горшок или ванную печь. Остекловываясь с поверхности, но окончательно не расплавляясь, такое вещество в стекле (готовом фабрикате) попадает как постороннее включение. Также камень материальный появляется в стекле, когда размеры ванной печи не соответствуют количеству выработки, когда ванная печь не успевает наварить столько стекла, сколько машина или рабочие могут выработать. В таком случае состав не успевает расплавляться полностью, и непровар в виде материального камня поступает в рабочую часть печи. Недостаточная температура в печи, так называемый «холодный ход», тоже ведет к образованию в стекле материального камня.

Шамотный камень появляется в стекле вследствие размыва — разъедания — частичек шамота (составная часть огнеупорной массы) от стен и дна ванной печи. В механизированном производстве частички шамота могут еще попадать от заградительных лодок, лодочек Фурко в подмашинной камере при их смене, в ручном же производстве от частичек шамота, отколовшихся от горшков в печи. Если огнеупорная масса, из которой сделаны брус (стены) ванной печи и горшки, хорошего

качества, то она равномерно сопротивляется разъеданию, причем как шамот, так и глина медленно переходят в раствор. При плохом качестве глиномассы таковая будет легко растворяться, причем частички шамота, более огнеупорные, чем глина, вовлекаются в стекло и дают камни. Появление шамотного камня в стекле — настоящее бедствие для производства. Во-первых, его трудно удалить, во-вторых, он дает большой процент боя, так как, в отличие от материального камня, характерен своими острыми углами, почти всегда вызывающими поломку листа.

Камни от капель, падающих со свода. Как уже было сказано выше, эти камни большей частью образуются при постепенном разъедании кирпичей свода и стенок ванн печей пылью и парами шихты. Капли, попадая в стекло, образуют камни со свилью. Камни эти удаляются из расплавленной стекломассы очисткой, однако, они встречаются довольно часто в готовом фабрикате в виде шлиров. При динасовом своде этих камней бывает гораздо меньше.

Камни расстекловывания. Случай выделения из стекломассы, бывшей до того совершенно прозрачной, кристаллов или комочков, различаемых невооруженным глазом, называется «расстекловыванием», а самые выделения — «камнями расстекловывания». Вопрос расстекловывания чрезвычайно обширен и сложен, и для понимания этого явления нужна, бесспорно, специальная подготовка. В программу нашего пособия изложение подробностей этого явления не входит. Интересующимся более подготовленным читателям можно порекомендовать прочесть «О камнях расстекловывания» в специальной книге К. И. Педдль, «Пороки стекла».

Камни во всех своих разновидностях являются пороками, совершенно не допустимыми для стекла, предназначенного для серебрения. Камни, как посторонние тела в стекле, характерны своей непрозрачностью, при наведении на стекла металлической амальгамы получают места, не способные отражать поставленные перед ними предметы. Все без исключения типы камней понижают качество стекла и особенно отражаются на его хрупкости (повышая ее) и термической устойчивости (понижая ее). В месте образования камней мы всегда имеем плохой отжиг — большое скопление остаточных вредных натяжений в стекле, вследствие чего стекло с камнями часто разрывается. Поэтому даже для технических целей такое стекло мало пригодно, так как при факетировке, особенно в стадии «камень», где процесс связан с выделением некоторого количества тепла, а следовательно, с нагревом, стекло может лопнуть. Следует быть осторожным и при хранении и транспортировке стекла, пораженного шамотными камнями. Эти камни почти всегда выступают как совершенно инородное тело, даже не оплавленное в стекле. При неосторожном хранении всегда неизбежен большой бой. Лучше

во избежание этого в самом начале разрезать стекло и удалить такого рода камни.

Плохое обесцвечивание стекла. Обесцвеченность стекла — понятие относительное. Все стекла в конечном счете бывают окрашенными, и совершенно бесцветными стекла редко бывают.

Большая часть «белых» стекол кажется в изделиях бесцветной, потому что стенки этих изделий тонки, при рассмотрении же более толстых частей этих изделий окраска почти всегда заметна. Характерным примером может служить лист оконного стекла, который при рассмотрении через торец кажется зеленым, а вставленный в раму — бесцветным. То же с зеркальным стеклом, хорошо обесцвеченным. В мелких кусках даже через торец мы видим зеленый оттенок.

К сожалению, до сих пор мы в стекольной промышленности не имеем правильного объективного метода определения цвета стекла и допускаемых отклонений. Даже стандарты в определении цвета стекла предусматривают исключительно приближенные методы определения субъективного порядка. Однако, несомненно, можно сказать, что стекло, вырабатываемое в настоящее время машинным способом Фурко, имеет слишком темный «коллер» (оттенок), и для выработки зеркал следует считать таковое недостаточно пригодным. В малых размерах зеркал темный «коллер» не заметен. Зеркала, изготовленные из полированного стекла Фурко больших размеров, имеют плохую отражаемость. Оттенки лица в таком зеркале совершенно не заметны, и лицо кажется однотонным — бледнозеленым. Зеленый «коллер» в стекле объясняется большим содержанием железа в шихте, главным образом в песке. Если соединения железа присутствуют в виде окиси, то оттенок в стекле будет желтым. Это, однако, редко бывает. Обычно процесс варки ведется сейчас таким путем, что в стекле бывает железо в виде закиси, и мы получаем стекло всегда с зеленым оттенком.

В настоящее время, когда по распоряжению правительства стекольная промышленность обязана дать зеркальным фабрикам для выработки зеркал полированное стекло Фурко, следует ожидать, что вопросам очистки песков от примесей железа на производствах, где установлены конвейеры для шлифовки и полировки этого стекла, будет уделено должное внимание, и стекло по оттенку будет получаться необходимого качества. Содержание примесей железа не выше 0,1 проц. в песке гарантирует стекло от сильного окрашивания в темнозеленый цвет, если в таковом нет соединений титана (TiO_2), который дает грязный и мутный оттенок в стекле.

Для того чтобы уничтожить оттенки, в стекло добавляются определенные обесцвечивающие или, как иначе их называют, отбеливающие вещества, которые, дав к основному цвету стекла ряд дополнительных цветов, как желтый, красный, фиолетовый,

переводят тем самым зеленый цвет стекла в белый. К таким обесцвечивающим веществам относятся элементы: селен (Se), марганец (Mn), кобальт (Co), никкель (Ni) и некоторые другие. Самым лучшим из обесцвечивающих веществ является селен (Se). Однако обесцвечивание стекла можно вести только при условии нахождения в шихте определенного процента железа, примерно, до 0,1 проц. Выше этого предела, даже при большом расходе обесцвечивающих материалов, не получается хороших оттенков в стекле; большей частью коллер такого стекла грязносерый.

Как правило, все заводы, вырабатывающие стекло Фурко, не обесцвечивают стекло. С одной стороны, потребовалось бы огромное количество обесцвечивающих материалов, во-вторых, все заводы, вырабатывающие оконное стекло, пользуются пе-

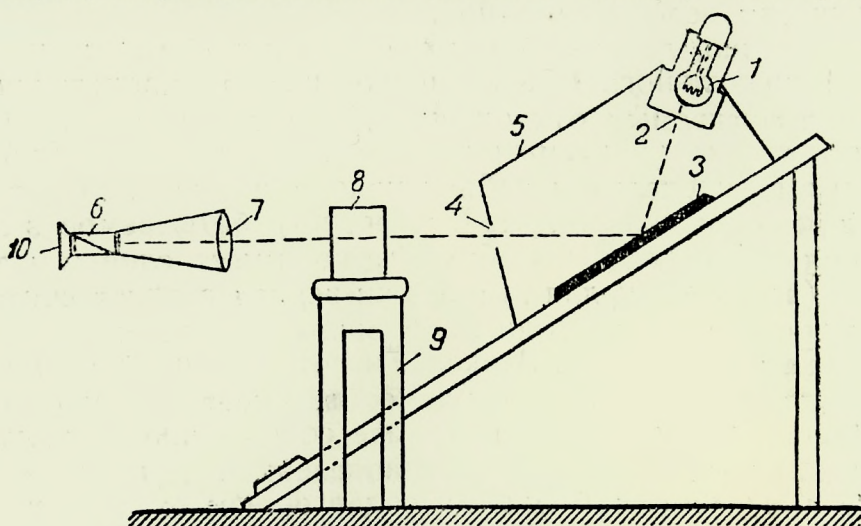


Рис. 27. Схема полярископа

сками, в которых содержание железа доходит до 0,2—0,3 проц., и, таким образом, бессмысленно обесцвечивать такое стекло. Повидимому, стекольные заводы для обеспечения зеркальных фабрик хорошим стеклом должного оттенка пойдут по пути разработки и получения более чистых, с меньшим содержанием железа песков или по пути искусственного обогащения таковых путем удаления из них большей части примесей железа.

Плохой отжиг и методы контроля такового. Явление отжига нами кратко было освещено выше, при описании способа выработки листового оконного стекла ручным способом. Здесь мы только коснемся результатов, к которым приводит плохо отоженное стекло. Прежде всего плохой отжиг ведет к большому бою в пути и при хранении на складах. Если стекло ломается на складе или в цехе без всякого заметного повода к тому, то это прежде всего служит показателем неудовлетворительного отжига. При плохом отжиге получается помимо боя и брак при резке стекла, так как при этом

стекло часто отламывается не по линии надреза алмазом, а произвольно. Очень часто мы имеем при плохом отжиге и бой при шлифовке. При плохом отжиге стекло находится в состоянии неустойчивого равновесия, благодаря чему при механическом воздействии (шлифовке плоскости facets стекла) изделия часто разрушаются.

Несмотря на всю важность вопроса определения степени отжига в стекле, до сих пор зеркальные фабрики совершенно не уделяют этому внимания. Как правило следует считать, что листовое стекло, предназначенное (особенно большие размеры) для технических целей и серебрения, должно быть предварительно проверено через аппарат, определяющий степень отжига (полярископ). Такая предварительная проверка дает возможность предотвратить дорогостоящие обработанные изделия от последствий плохого отжига. Методов определения степени отжига стекла существует несколько. Все они основаны на свойстве стекла, имеющего вредные остаточные натяжения, быть по отношению к проходящему свету подобным кристаллу с двойным лучепреломлением. Подробное изложение этого вопроса с точки зрения теоретического его понимания не входит в задачу настоящего пособия. Поэтому мы ограничимся здесь только ознакомлением со схемой полярископа и с тем, как практически пользоваться этим прибором для количественного определения степени отжига в листовом стекле.

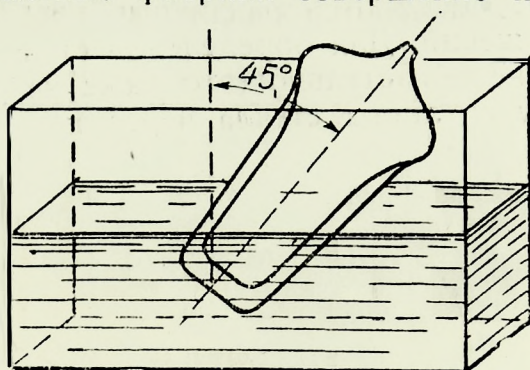


Рис. 27а. Правильное положение образца при рассматривании в полярископе

Устройство и внешний вид полярископа представлены на рисунках 27, 28 (полярископы этого типа установлены в Институте стекла, где посредством этих приборов определяется степень отжига любых стеклоизделий).

В кожухе (5) (рис. 27) устанавливается электрическая лампа (1), на пути которой ставится матовое стекло (2). Внизу кожуха (5) монтируется черное зеркало (3). Луч света от лампы (1), проходя через матовое стекло (2), падает под углом в 57° (угол полной поляризации большинства оконных стекол равен 57°) на черное зеркало — поляризатор (3). Отраженный от зеркала луч проходит сквозь отверстие (4) и попадает в специальную оптическую часть прибора (николь) (6). Впереди последней помещают чувствительную пластинку (7) и увеличивающую линзу (8). Исследуемое стекло отпускают под углом в 45° в стеклянную ванночку (9) с плоскопараллельными стенками, наполненную бен-

зином. Ванночку (9) помещают между кожухом (5) и линзой (8) так, чтобы поляризационная картина получалась наиболее резкой. Ванночка готовится из хорошо отоженных листов оконного стекла, склеенных водонепроницаемой замазкой.

Правильное расположение пластинки стекла при рассматривании в полярископе представлено на рис. 27а. При отсутствии натяжений стекло имеет такую же окраску, как и остальное поле зрения (красный цвет). При наличии же натяжений в стекле наблюдаются различные цвета, в зависимости от степени натяжений. Для определения степени отжига больших листов стекла не обязательно (это даже не рекомендуется) просматривать целые листы стекла через полярископ. Такой метод наблюдения

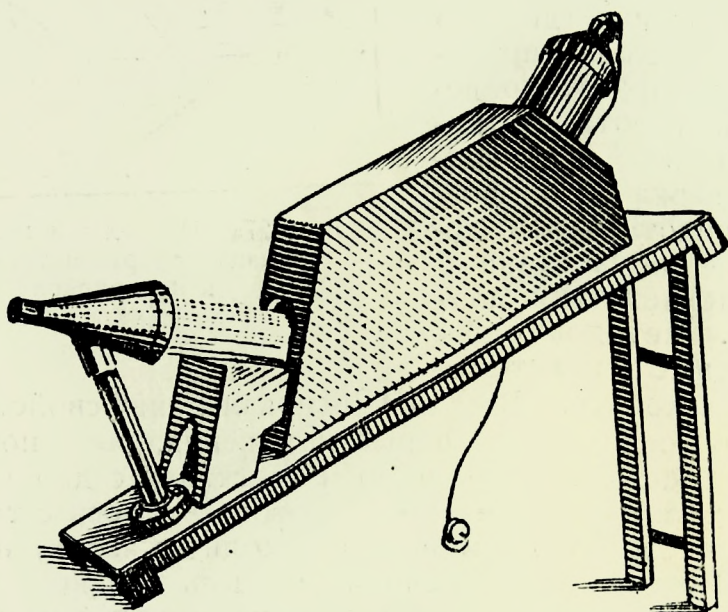


Рис. 28. Внешний вид полярископа

признается сейчас ненадежным, дающим иногда совершенно неправильную картину о качестве отжига стекла.

Наиболее правильным считается определение специально вырезанных из изделия (листы стекла) пластинок определенной ширины. Ширина (оптический путь) пластинок не должна превышать 1 см. Все нижеприведенные цвета и цифры относятся к оптическому пути, равному 1 см.

Таким образом из стекла, предназначенного для серебрения или же для специальных технических целей, заранее, до резки его на определенные размеры, вырезается узкая пластинка шириною в 1 см. Эти пластинки, занумерованные, должны направляться в лабораторию для определения качества отжига. Для количественного определения степени отжига Кнаппом¹ разра-

¹ Инж. С. Г. Лиознянская, инж. С. И. Иофе, «Отжиг промышленных стекол», стр. 44.

Шкала Кнаппа для количественного определения натяжений

Цвета сжатия	Цвета растяжения					
	пур- пур	фио- лет	инди- го	небесно- синий	зеле- ный	чисто желтый
Интенсивно красный	16	25	40	110	—	—
Красный	30	40	50	130	—	—
Красновато-оранжевый	60	70	80	160	—	—
Коричнево-желтый	130	140	160	240	320	—
Ярко-желтый	—	—	260	330	420	—
Соломенно-желтый	—	—	310	380	470	590
Почти белый	—	—	—	—	490	630

ботана шкала, позволяющая определять двойное лучепреломление на основании наблюдаемых в полярископе цветов.

Жирными линиями обведены цвета и цифры, соответствующие хорошему отжигу. Если, например, в исследуемой пластинке шириной в 1 см по толщине в поле зрения будут цвета красно-оранжевый и фиолетовый, то натяжения равны по шкале цифре «70», и стекло хорошо отождено. Если в поле зрения появятся цвета небесно-синий и желтые, значит, стекло плохо отождено, и т. д. (цифры в таблице даны в миллимикронах и относятся к ширине пластинки в 1 см) (оптический путь).

Химически нестойкое стекло и методы определения его. Под химической устойчивостью подразумевается способность стекла долгое время сохранять свою блестящую поверхность и прозрачность без видимого потускнения и целостности этой поверхности.

Химическая устойчивость стекла — решающий фактор в отношении выпуска доброкачественного зеркала на определенный долгий период времени. Стекло считается химически нестойким, если оно быстро подвергается разъедающему действию химических реагентов.

От химического состава стекла главным образом и зависит устойчивость его по отношению к химическим реагентам. Чем выше в стекле содержание кремнезема и чем ниже содержание окиси натрия, тем стекло устойчивей; наоборот, чем выше содержание щелочей (окиси натрия), тем стекло менее химически устойчиво. Следует считать, что всякое стекло обладает в большей или меньшей степени способностью разъедаться (растворяться) под действием влаги и атмосферных влияний. Мы имеем нередко случаи, когда стекло простое зеркальное, прожекторное

корабельное и т. п., предназначенное для различных, подчас специальных целей, подвергается в течение очень непродолжительного периода времени разъедающему действию атмосферных влияний. Характер этого разъедания (разрушения) поверхностного слоя стекла выражается в виде налетов, выбоин, растрескивания и т. п.

К. И. Педдль (К. И. Педдль, «Пороки стекла») следующим образом характеризует изменения, которые претерпевает окон-

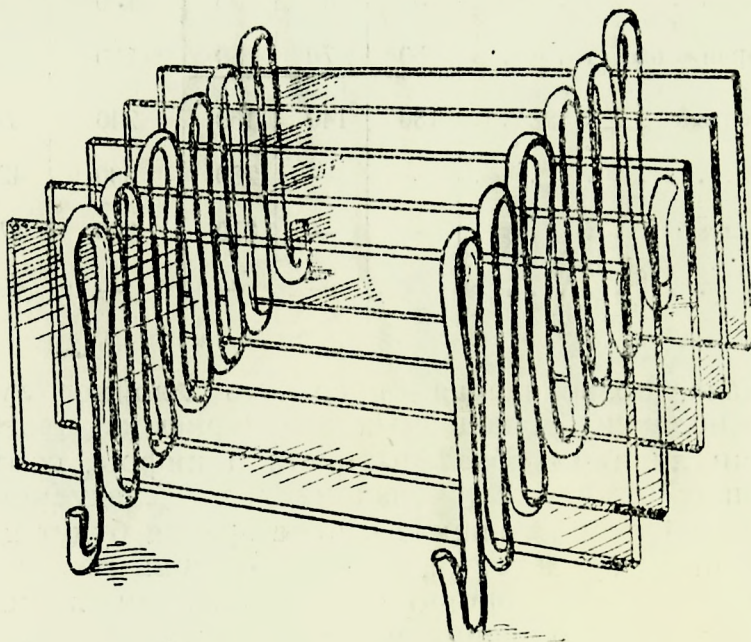


Рис. 29. Установка стекол для определения химической устойчивости

ное стекло (это в равной степени относится к любому зеркальному листовому стеклу), подверженное разъеданию:

«Атмосферная влага поглощается поверхностью стекла и диффундирует (проникает) в слои, лежащие непосредственно ниже поверхности. Между этой влагой и стеклом поверхностных слоев происходит реакция — появляется жирная пленка едкого натра, способная поглощать большое количество влаги. Пленка едкого натра вступает в реакцию с угольной кислотой атмосферы и образует раствор углекислого натрия, выделяющегося затем в виде кристаллов. Эти кристаллы могут растворяться дождем или выветриваться, т. е. отдавать воду и превращаться в порошок, образуя на стекле налеты. Поверхностный слой стекла, потеряв некоторые свои составные части, превращается в сморщенную прозрачную пленку, которая со временем растрескивается и становится непрозрачной. Температурные условия вызывают растрескивание поверхностного слоя и отслаивание от него отдельных частиц. Нижележащие могут распасться и отде-

лить небольшие осколки стекла. При удалении этих осколков дождем и ветром в стекле образуются впадины и выбоины».

Из вышеописанного видно, насколько важно, чтобы стекло, идущее для серебрения (изготовления зеркал), было химически устойчивым. Если зеркало и не претерпевает в домашней обстановке столь резких изменений температуры и не подвержено в

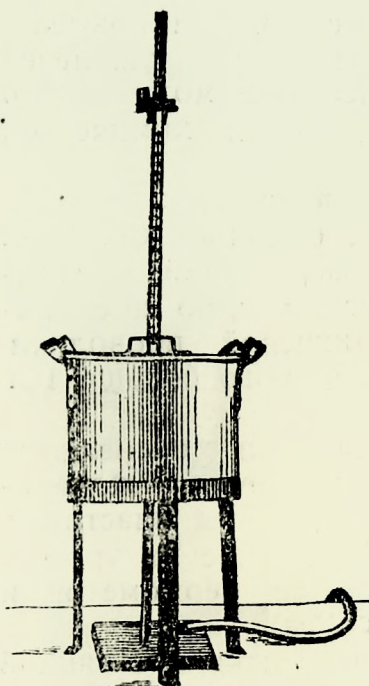


Рис. 29а. Установка для определения химической устойчивости

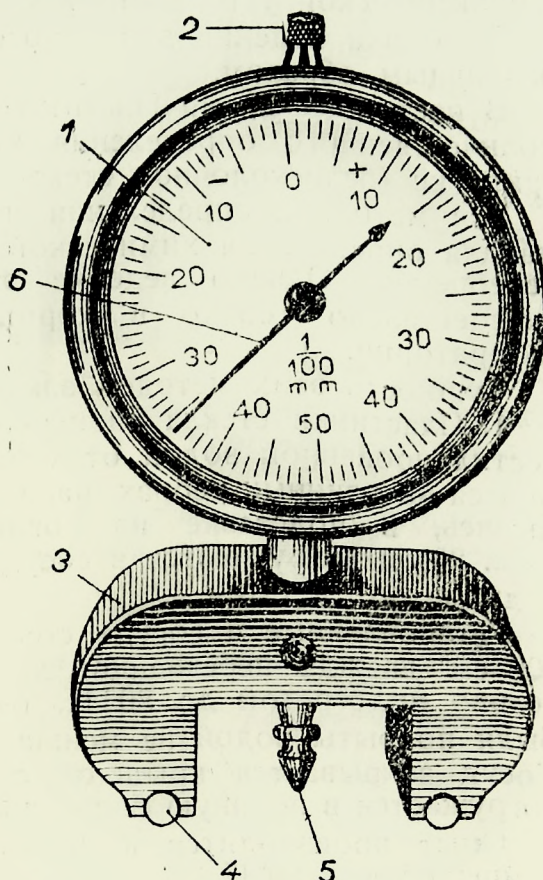


Рис. 30. Прибор для определения полосности

той же степени атмосферному влиянию, то зато зеркальная поверхность чувствительна даже к самым слабым налетам. Те налеты, которые на стекле почти не заметны невооруженным глазом, на подведенной (посеребренной) поверхности стекла выступают сильно заметными пятнами, портящими весь вид зеркала и делающими его недоброкачественным.

Поэтому, прежде чем пустить в обработку стекло для серебрения (особенно это относится к большим и ценным зеркалам), необходимо в числе прочих испытаний провести лабораторным путем и испытание на химическую устойчивость.

К сожалению, до сих пор еще не выработаны быстрые и удобные способы количественного определения химической

устойчивости. К числу существующих способов определения химической устойчивости относятся главным образом: 1) проба по Милиусу, 2) испытание измельченного в порошок стекла.

Как первый, так и второй способы основаны на принципе выщелачивания (извлечения) щелочей из стекла водой. По количеству перешедших в раствор щелочей из стекла и судят о его химической устойчивости.

Методика ведения этих способов может быть осуществлена различным образом.

В настоящее время Институтом стекла разработана методика количественного определения химической устойчивости стекла триплекс (безосколочное стекло).

Эта методика определения может быть с успехом применима для определения химической устойчивости стекла для целей серебрения. Однако ведение этих определений может быть осуществлено только в хорошо оборудованной химической лаборатории.

Сущность этих методов заключается в следующем:

1. Пластинки стекла размером 10×4 см, отмытые холодной дистиллированной водой от механических загрязнений, укладываются на длинных ребрах параллельно друг другу, но не соприкасаясь, в подставке из согнутой алюминиевой проволоки (рис. 29) и погружаются в сосуд емкостью немного больше 1 л и диаметром в 14 см.

Установленные в сосуде стеклянные пластинки заливаются 900 см³ дважды перегнанной дистиллированной воды, предварительно подогретой до 80°C , таким образом, чтобы пластинки были покрыты водой не меньше, чем на 1 см выше их уровня. Сосуд закрывается крышкой с отверстием для термометра и погружается в водяную баню, до 80°C (рис. 29а).

Опыт производится в течение трех часов при постоянной температуре в 80°C .

По окончании опыта отбирается пипеткой 2—3 пробы по 200 см³ раствора, которые титруются в горячем состоянии в Эрленмейеровской колбе 0,01 раствором соляной кислоты в присутствии четырех капель раствора метил-рота, до появления розового окрашивания; данные пересчитываются на весь раствор.

Результат дается в мг на 1 дцм² выщелачиваемой поверхности (учитывается также площадь ребер).

Классы определяются по классификации Миллиуса:

Классы	мг	на 1 дцм ²	поверхности
I	0,000	—	0,015
II	0,015	—	0,045
III	0,045	—	0,150
IV	0,150	—	0,600
V	в ы ш е 600		

Стекло, испытанное таким образом, должно отвечать показателям не ниже III класса указанной классификации.

В случае расхождения по показателям химической устойчивости делается проверочное определение следующим образом:

2 г стеклянного порошка, просеянного через сито с 64 отверстиями на см^2 и задержанного на сите в 144 отверстия на 1 см^2 (величина зерен 0,60—0,95 мм) и тщательно отсортированного (зерна иглоподобные и неправильной формы отбрасываются), высыпается в плоскодонную колбочку емкостью в 65—70 см^3 и отмываются от пыли трехкратным декантированием холодной, нейтральной дистиллированной водой.

Колбочка, где находится порошок стекла, наполняется 50 см^3 свежей дважды перегнанной дистиллированной воды, предварительно нагретой до 100° , и погружается в кипящую водяную баню, где нагревается с обратным холодильником, закрытым трубкой с натронной известью, в течение одного часа.

По окончании испытания весь раствор сливается в Эрленмейеровскую колбу и титруется в горячем состоянии из микробюретки 0,01 раствором соляной кислоты в присутствии двух капель раствора метил-рота.

Результат дается в см^3 соляной кислоты, которые пошли на титрование или в мг. (0,01 см^3 соляной кислоты соответствует 0,31 мг).

Классификация для данного метода следующая:

Группа	см^3	мг	Качество стекла
I	0,01—0,32	0—0,10	Очень хорошее
II	0,32—0,65	0,10—0,20	„ „
III	0,65—2,1	0,20—0,65	Хорошее
IV	2,1—4,7	0,65—1,5	Удовлетворительное
V	Больше 4,8	Больше 2,5	Неудовлетворительное

Примечания. 1. При испытаниях применяется химически устойчивая посуда марок Пирекс, Шотта, Дружная Горка.

2. В случае щелочности воды, которая берется для выщелачивания, следует внести в результат титрования соответствующую поправку.

3. Концентрация индикатора: 0,1 г метилрота на 100 см^3 96-процентного этилового спирта.

По проверочному методу испытуемое стекло должно отвечать показателям не ниже IV группы приведенной для второго метода классификации.

Зеркальные фабрики, не имеющие лабораторий и подготовленного технического персонала, для определения степени устойчивости могут пользоваться качественным определением по способу Рудольфа Вебера. По этому способу кусок испытуемого стекла помещают под стеклянный колпак в атмосферу паров соляной кислоты на 24 часа, после чего доброкачественное стекло не должно давать беловатых налетов в виде хлористого натрия. Все же следует оговориться, что эта проба является недостаточно чувствительной.

Жесткое стекло представляет собою явление, противоположное мягкому стеклу: если при мягком стекле все процессы обработки стекла облегчаются, как-то: резка алмазом, шлифовка на чугунных и каменных шайбах, то при жестком стекле получаются явления обратного порядка: при резке алмазом в большинстве своем стекло откалывается не по линии надреза алмазом, шлифовка (фацетировка) также затруднительна, стекло крошится и летит. Помимо этого, жесткое стекло с трудом поддается выработке и почти всегда неудовлетворительного качества, так как имеет много свиля. Жесткость стекла получается при варке с неподходящим составом, главным образом при увеличенном количестве кремнезема (песка) и уменьшенном количестве щелочей (Na_2CO_3 и Na_2SO_4). Соответственным прибавлением щелочей можно добиться получения мягкого состава, однако он имеет другой существенный недостаток, который заставляет опытных стекольщиков отказываться от слишком мягкого состава (помимо соображений экономии щелочей). Мягкое стекло химически неустойчиво и быстро поддается разрушающему действию воды и атмосферных влияний.

Ко второй группе пороков, встречающихся только при ручном способе производства (хотявный способ), относится порок наиболее часто встречаемый, так называемая «сыпь».

Сыпь — явление, когда мельчайшие частицы различных веществ (песочная, стеклянная пыль и т. п.) в момент плавки хлявы в плавильных печах вплавляются в поверхность стекла, образуя поверхность, испещренную этими пылинками в виде не воздушных, а сплошь заполненных пузырьков. Очень часто мастера, особенно зеркальщики, смешивают, отождествляют понятие «сыпь» и «мошка», считая, что это — явления одного порядка.

Выше мы уже отмечали, что мошка — мельчайшие пузырьки газа и воздуха, застрявшие в стекле, в толще всей стекломассы, в то время как сыпь — пылинки веществ, вплавленные только в самых верхних слоях стекла. Доказать различие просто: верхний слой отшлифовать и отполировать (в кусочке стекла); при сыпи все отшлифовывается, мошка же остается. При рассмотрении в торец также видно основное различие между сыпью и мошкой.

В настоящее время почти все стекло, получаемое зеркальными фабриками, машинной выработки Фурко. С ручных заводов «хо-

лявное» стекло последние годы на зеркальные фабрики редко засылается.

К третьей группе относятся пороки, возникающие при машинной выработке стекла, главным образом полосность и волнистость.

Вот уже 10 лет, как в стекольной промышленности стараются разрешить вопрос устранения полосности и волнистости в стекле, выработанном способом Фурко. До сих пор пока еще эти попытки не дают должных результатов. За немногим исключением, почти все листовое стекло, вытянутое способом Фурко, является полосным и в очень значительной своей части даже волнистым. Полосность — когда в стекле мы замечаем незначительные продольные полосы, расположенные параллельно бортам ленты при выходе листа из машины. Полосность не ощутима рукою и незначительно искажает изображение находящегося перед таким стеклом предмета.

Волнистость — чрезмерно большая полосность в виде выпуклых и вогнутых линз, придающих стеклу волнистый вид, легко ощутимых рукою; сильно искажает изображение поставленного перед таким стеклом предмета (вследствие изменения угла преломления). Незначительную полосность в стекле легко отшлифовать, так как это явление поверхностного слоя стекла. После соответствующей полировки такое стекло имеет совершенно гладкий вид, с хорошей отражаемостью изображений.

Волнистость — явление уже более глубоких слоев стекла, иногда пронизывающее почти всю толщу стекла. Отшлифовать и отполировать такое стекло чрезвычайно трудно, а главное — неэкономично, так как занимает много времени.

Согласно пересмотренным ОСТ 3992 и 3993 существует следующая методика качественного определения полосности по сортам.

Таблица 1

I сорт		II сорт		III сорт	
в поле листа	по краям	в поле листа	по краям	в поле листа	по краям
Допускается полосность, видимая нормальным глазом под углом до 20°	То же до 30 мм от края, под углом до 25°	Допускается полосность, видимая нормальным глазом под углом до 30°	То же до 80 мм от края, под углом в 40°	Допускается полосность, видимая нормальным глазом под углом до 45°	То же на расстоянии до 100 мм от края, в проходящ. свете 90°

Однако этот метод определения полосности является слишком субъективным, так как «нормальный глаз» — понятие относительное.

В настоящее время в институте стекла сконструирован прибор для количественного определения полосности с очень большой точностью — до 0,005 мм.

Прибор этот (рис. 30) состоит из индикатора (1), вертикального валика (2), которые монтируются на металлической скобе (3). В основании скобы (3) заложены два горизонтальных валика (4), лежащих в строго горизонтальной плоскости. К вертикальному валику (2) привинчен металлический «щуп» (5), который опущен ниже плоскости горизонтальных валиков на 0,5—1,0 мм. При перемещении прибора по стеклу в направлении поперек имеющейся полосности «щуп» (5), попадая на выпуклость или вогнутость полос, вызывает движения вертикального валика (2) вверх и вниз. Вертикальный валик (2) при своем перемещении при помощи реечной и шестереночной передач приводит во вращательное движение стрелку прибора (6).

Как видно из описания, прибор этот исключительно прост и чрезвычайно удобен в работе. Визировщик или сортировщик стекла может посредством этого прибора исключительно быстро и точно замерить любую степень полосности, допуская таковую только в пределах установленных норм.

Причины образования полос или волн на ленте стекла Фурко несколько: неисправность (плохое состояние) «лодочки Фурко», вернее, не самой лодочки, а ее щели. Бывают часто случаи получения выбоин у щели лодочки. В этих местах при вытягивании ленты стекла всегда выдавливается больше стекла, в результате чего получается волна. Также могут повести к полосности прилипшие кристаллы руха и осколков стекла при движении ленты, которые вдавливаются в стекломассу, оставляя на ней следы продольных полос. Полосность и волнистость главным образом могут образоваться и из-за недостаточно хорошего провара стекломассы, вследствие чего в щель лодочки Фурко поступает неоднородное по своему составу стекло с разной температурой, а следовательно, разной вязкости. Отсюда и разная толщина по вытягиваемой ленте стекла, хоть и незначительная, но все же достаточная для образования заметной полосности. Имеется еще много и других, мало еще на сегодня выясненных причин полосности стекла.

Для устранения причин образования полосности и волнистости стекольщики принимают ряд профилактических мер, как-то: хорошее перемешивание шихты, очистка и тщательный уход за лодочкой Фурко, постоянство температурного режима и т. п. Однако до сих пор редко удается получать хорошего качества стекла в смысле отсутствия резко выраженной полосности. Даже на средних машинах бельгийской системы канала Фурко как правило почти 60—70 проц. общего выхода стекла вырабатывается с резко выраженной полосностью.

Как выше нами уже отмечалось, даже незначительная полосность вследствие изменения угла преломления искажает

изображение поставленного перед зеркалом предмета. Искажение это особенно чувствительно из-за наведения на стекло серебряной амальгамы. Для изготовления зеркал такое стекло совершенно не приемлемо. Исключение может быть для мелких зеркал, при изготовлении которых (вследствие небольшой площади стекла и близости находящегося перед зеркалом предмета) этот недостаток скрадывается.

Рух. Одним из наиболее распространенных пороков при машинной выработке листового стекла после полосности является «рух». Появляется этот порок при определенных температурных условиях (при резком колебании температурного режима) в виде мелких непрозрачных кристалликов, усеянных по всему стеклу. Часто эти кристаллики тянутся сплошной цепочкой. При очень сильном зарухании вся масса стекла теряет свою прозрачность. Кристаллы руха бывают различных размеров. Особенно благоприятны условия образования руха у щели лодочки Фурко. Здесь колебания температуры вызывают образование на ленте стекла мелких кристаллов, которые частью оседают на стенках и у самой щели лодочки.

Основное средство для предотвращения руха — постоянство температурного режима в подогревательных и подмашинных камерах. В последнее время стекольная промышленность стала применять состав шихты, менее склонный к заруханию, путем ввода в стекло окиси магния и окиси алюминия (так называемая аллюмо-магнезиальная шихта).

Стекло даже с незначительным рухом совершенно не пригодно для целей серебрения, для целей же шлифовки и полировки такое стекло может быть приемлемо, если кристаллики руха находятся в виде очень мелких включений на поверхности, а не в глубокой толще стекла.

Щелочной пузырь. Довольно часто встречается на стекле белый или мутновато-белый непрозрачный пузырь, характерный всегда своей продолговатой формой. Благодаря своей непрозрачности он является особенно заметным при серебрении стекла, а поэтому стекло с этим пороком совершенно не приемлемо для изготовления зеркал.

Появление щелочного пузыря объясняется взаимодействием сернистого газа, находящегося как примесь в генераторном газе¹, с окисью натрия соды, благодаря чему образуется сульфат, который при пониженной температуре в канале Фурко выделяется в виде белого непрозрачного пузыря, появляющегося на ленте стекла².

¹ В каменном угле, загружаемом в генератор, имеются примеси, содержащие серу, которая при газификации выделяется и попадает в генераторный газ в виде сернистого газа.

² Появление щелочного пузыря на поверхности стекла может иметь место вследствие и других причин, но еще не выясненных.

Избавиться от щелочного пузыря бывает возможно или при применении топлива без содержания серы или специальной газоочисткой, которая очень часто устанавливается на механизированных стеклозаводах.

Четвертая группа — пороки от недошлифовки и недополировки стекла, так называемая «матовость», характерная своим как бы легким налетом пыли на стекле. При этом интенсивность налета в зависимости от характера матовости бывает различная. При крупной песчаной «матовости» кажется, что на зеркале — плотный слой пыли. При тонкой полировочной «матовости» — едва заметный оттенок пыли. Иногда полировочная матовость бывает настолько светлого оттенка, что неспециалист не заметит этого, но даже такая матовость является в зеркале дефектом и без предварительной обработки и вторичной прополировки не должна быть допущена в производство. Матовость плоскости стекла распределена большей частью неравномерно. Характер и интенсивность матовости зависят от двух величин:

1) от глубины и величины (углубления) «каверн» (изъязвления ямки поверхностного слоя стекла, происшедшие от действия абразивного материала) и 2) от количества «каверн» на единицу поверхности.

По данным проф. Ковалева, при рассмотрении под микроскопом полировочная матовость дает в поле зрения в среднем 30—40 каверн, песочная же матовость при том же увеличении дает больше 150.

Величина каверн песочной матовости в среднем равна 0,05 см, у полировочной матовости величина каверн колеблется от 0,01 см до 0,02 см.

Одна из главных причин появления матовости на стеклах — неправильное ведение процесса шлифовки, а также недоброкачественный подбор шлифующих и полирующих материалов.

Появлению матовости на стекле благоприятствуют главным образом следующие обстоятельства:

1. Ведение процесса шлифовки неоднородным по своему составу (зернистости) абразивным материалом (песком, наждаком). В результате шлифовки с такими материалами более крупные зерна наносят на поверхности стекла глубокие изъязвления, которые не смогут в дальнейшем быть заглажены шлифовкой и полировкой.

2. Преувеличенное воздействие крупнозернистых песков или наждаков также ведет к образованию «матовости», которая может быть ликвидирована длительной последовательной обработкой мелкими номерами абразивных материалов.

3. Преувеличенная подсушка последней фракции корундовых порошков при сильном нагреве шлифующей шайбы и стекла ведет к «зажегу» стекла, который в свою очередь ведет к образованию «матовости» при последующей полировке стекла.

4. При наличии в крокусе кварцевых зерен мы получаем изъязвления, нанесенные этими зернами на поверхность стекла, что в результате ведет также к образованию полировочной матовости.

Стекло, имеющее даже в незначительной части своей поверхности крупную, так называемую песочную матовость, совершенно не приемлемо для целей серебрения (изготовления зеркал). Легкая полировочная матовость (светлая) на поверхности стекла может быть допущена для этих целей только для зеркал мелких и средних размеров, но при условии расположения таковой по краям зеркала.

Пятая группа. Пороки (налеты) в результате небрежного хранения и обращения со стеклом как подготовленным к процессу серебрения, так и во время его подготовки. Эту группу пороков можно в свою очередь разбить на 2 подгруппы:

- а) налеты физико-химического происхождения,
- б) налеты биологического происхождения.

К первой группе относятся налеты химического происхождения, характеризующие изменение поверхностной пленки стекла в результате следующих благоприятствующих условий:

1. Пыль в помещении цеха, в результате чего стекло покрывается слоем пыли.

2. Появление на поверхности стекла микрокапель влаги (потение стекла) вследствие изменения температуры воздуха в помещении.

3. Появление на поверхности стекла жировых веществ во время полировки стекла (при небрежной работе возможно попадание масла или тавота от вращающихся частей полировальных аппаратов).

4. Загрязнение поверхности жиром и потом рук в результате небрежного отношения со стороны рабочих в процессе подготовки к серебрению стекла.

Все эти явления физического происхождения сами по себе не разрушают поверхностную пленку стекла, создавая лишь благоприятные условия для этого.

Химические же налеты (измененная поверхность пленки стекла) появляются в результате, главным образом, длительного воздействия следующих химических реагентов: воды, спирта, бензола, бензина, керосина, а также и пота, выделяемого кожей рук. Каждый из названных реагентов может вызвать налет при наличии для него благоприятных условий. На зеркальных фабриках очень часто стекло, отполированное и промытое, оставляется в таком состоянии (насухо не вытертое) на несколько дней, а иногда, при застое полуфабриката, и на несколько недель и даже месяцев. При таком положении неизбежны налеты на стекле, которые выявляются более рельефно после серебрения этого стекла.

Не высушенное от влаги и не очищенное от грязи стекло может через довольно короткий промежуток времени дать налеты.

Ко второй подгруппе относятся налеты биологического происхождения. Это чрезвычайно интересное явление — появление на полированном стекле налетов биологического характера — было замечено и исследовано инженерами Хозяиновым и Иогансоном.

Ими были исследованы образцы полированного стекла во влажной атмосфере (экзикатор с водой) в течение 5 дней, на которых после этого были обнаружены налеты в виде белых нитей ветвистой формы. После удаления их с поверхности стекла смоченной в спирте ваткой все же оставались следы этих налетов, только другого, коричневого, цвета. Исследование под микроскопом показало им, что в этих местах повреждена поверхностная пленка стекла. Изучение характера этого повреждения доказало органическое происхождение налетов, источником которых явилась лежавшая по соседству со стеклом пробковая прокладка. Авторы этих исследований сообщают, что поставленные ими затем опыты по искусственному созданию налетов на стекле органического происхождения показали им, что заражение налетом грибкового происхождения стекла может происходить не только при непосредственном соприкосновении с очагом заразы, но и на расстоянии. Условиями, благоприятствующими появлению на стекле этого плесневого грибка — налета, опять таки являются влажная атмосфера, насыщенный парами теплый воздух, температура. В условиях сухого воздуха происходит засыхание плесневого грибка и его отмирание, во влажной же атмосфере в результате жизнедеятельности плесневого грибка он выделяет кислоты, которые действуют разъедающим образом на поверхность стекла в виде коричневых разветвлений и пятен. Авторы далее указывают, что вещества органического происхождения могут служить основой или промежуточной средой для появления грибкового налета на стеклянной поверхности, как-то: крошки разбросанного хлеба в непосредственной близости от стекла, оберточная бумага и т. п.

Следует указать, что «грибок», как называют зеркальщики появление налетов на зеркале, является иногда настоящим бичом на производстве зеркал. Правда, появления грибка на зеркальных фабриках мастера и технический персонал относят всегда к порче — разрушению — амальгамы серебра в результате попавших на покрытый слой или внутри его вредных примесей (серы, хлора и др.).

Исследования Хозяинова и Иогансона бросают свет на появление грибка и другого происхождения — в результате небрежного обращения со стеклом при ведении технологического процесса.

Из всего сказанного выше о пороках, описанных нами в пятой группе, следует: для предотвращения от повреждений поверхностного слоя как отполированного, приготовленного для серебрения, так и готового посеребренного стекла необходимо придерживаться в производстве зеркал и полированного стекла следующих профилактических мер:

1. При полировке стекла необходимо следить, чтобы на поверхности его не было случайного попадания жировых веществ.

2. Помещение, где происходят полировка, серебрение и очистка стекла, должно вентилироваться и очищаться от пыли.

3. Отполированное стекло должно быть насухо вытертым или высушенным.

На зеркальных фабриках технологический постадийный процесс выработки зеркал должен быть налажен так, чтобы свежее отполированное стекло непрерывно подавалось в подводку, не оседая в виде полуфабриката ни в полировке, ни, тем более, в подводке. (Слегка влажный горячий воздух подводки способен вызвать образования микрокапель на стекле, т. е. способствует «потению» стекла.)

4. Посеребренное стекло должно храниться в помещении сухом и не подверженном изменениям температуры.

5. На всех стадиях работы изготовления зеркал, особенно после полировки, должна быть исключительная чистота. Крошек хлеба, соломы, пробок и других веществ органического происхождения не должно быть в непосредственной близости от полированного стекла и готового зеркала.

ОБРАБОТКА СТЕКЛА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МИНЕРАЛОВ

Технологический процесс обработки стекла (резка, шлифовка, фацетировка) главным образом основан на свойстве твердости различных тел.

Твердость обыкновенно определяется тем сопротивлением, какое оказывает плоская поверхность какого-нибудь тела внедрению другого чертящего тела.

Для сравнительного определения твердости минералов существует шкала твердости Мооса (названная именем изобретателя этой шкалы).

Шкала эта состоит из 10 единиц твердости.

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1. Тальк. | 6. Ортоклаз. |
| 2. Каменная соль. | 7. Кварц. |
| 3. Известковый шпат. | 8. Топаз. |
| 4. Плавиковый шпат. | 9. Корунд. |
| 5. Аппатит. | 10. Алмаз. |

Определение твердости по этой шкале очень простое. Если исследуемый минерал чертит (оставляет черту) на каком-либо из образцов шкалы, то таковой будет тверже образца, на котором оставлен след (царапина). Например: если плавиковый шпат чертит исследуемый материал и в свою очередь чертится последним, то такой материал имеет твердость «4». Если же исследуемый материал чертит «4» (плавиковый шпат), а им не чертится, а вместе с тем он мягче следующего номера «5» (аппатит), то тогда промежуточная твердость его будет «4,5» и т. д.

Таким образом явление обработки стекла (шлифовка, резка) — действие, которое производит более твердое тело на более мягкое.

Песок, наждак, корунд, карборунд, алмаз шлифуют и «режут» стекло, потому что тверже последнего.

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Материалы, при помощи которых производится процесс шлифовки (скалывание, сдирание поверхности), носят название абразивов.

Абразивный процесс шлифования представляет собою один из видов резания поверхности твердого тела. Режущим инструментом являются здесь связанные или свободные небольшие зерна твердых веществ. Эти твердые зерна (песок, наждак) отрывают, соскабливают с обрабатываемой поверхности очень большое количество мелких частиц, чем и производят шлифование поверхности. В основном все абразивы разделяются на две группы: абразивные материалы и абразивные изделия. Как абразивные материалы, так и абразивные изделия бывают естественными и искусственными.

К естественным абразивным материалам принадлежат горные породы и минералы, обладающие высокой твердостью и способностью осуществлять абразивные процессы. Важнейшими естественными абразивными материалами являются алмаз, корунд, наждак, гранат, кварц и др.

Алмаз по своим свойствам — один из важнейших драгоценных камней. Алмаз самый твердый минерал. Твердость его по шкале Мооса — 10; удельный вес его — 3,5.

Происхождение алмаза объясняется кристаллизацией углерода при очень высокой температуре, происходящей в глубоких недрах земной коры, при медленном остывании расплавленной массы.

В струе кислорода при очень высокой температуре алмаз горит и превращается в углекислоту. Все месторождения алмаза, за исключением южноафриканских, принадлежат к типу россыпей, где алмаз вместе с другими минералами (кварц, корунд, железные руды) находится в песке, образовавшемся при выветривании горных пород. Важнейшие месторождения алмаза находятся в Ост-Индии и Бразилии.

Алмазы бразильских россыпей отличаются малой величиной, и камни тяжелее $\frac{1}{2}$ карата — довольно редкое явление. Для резки стекла употребляются алмазы необработанные. После обработки (шлифовки и полировки) алмазы носят названия бриллиантов. Лучшими для резки стекла алмазами, характерными своими острыми гранями, считаются бразильские.

Корунд. Вторым по твердости минералом является корунд — 9—9,5 по шкале Мооса. В своем составе корунд содержит до 90—95 проц. кристаллической окиси алюминия. Корунд менее вязок, чем наждак, менее хрупок. Поэтому как абразивный (шлифующий) материал он является более приемлемым, чем наждак.

Кристаллы корунда обладают остропирамидальной боченкообразной, призматической формой (рис. 31). Кристаллы ко-

рунда отличаются сильным стекляннным блеском и различной степенью прозрачности. Цвет корунда — синевато-серый, серый, синий, бурый, красный и др. Характерным для корунда является его удельный вес. В зависимости от содержаний примесей удельный вес его колеблется от 3,93 до 4, в среднем — около 3,95.

В природе корунд встречается в виде трех разновидностей:

1. Благородные корунды.
2. Обыкновенные корунды.
3. Наждаки.

Благородные корунды (рубин и сапфир) — прозрачные разновидности корунда — являются драгоценными камнями. Ру-

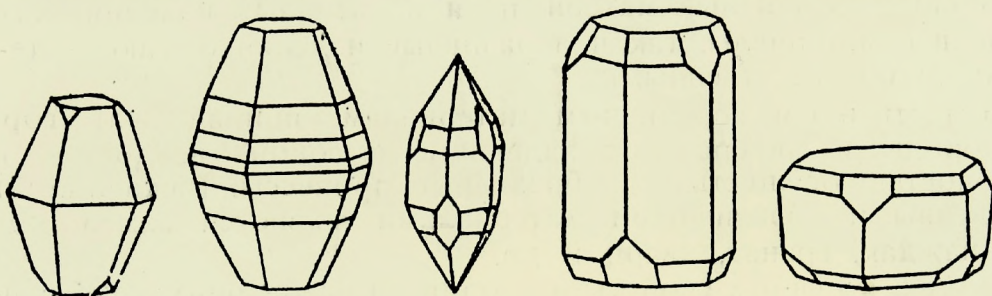


Рис. 31. Кристаллы корунда

бин представляет собою прозрачный корунд красного цвета. Сапфир — прозрачный корунд светло- и темносинего цвета. Твердость сапфира выше твердости рубина, который в свою очередь тверже обыкновенного корунда.

Обыкновенный корунд — непрозрачный. В последнее время в связи с выработкой большого количества искусственного корунда для различных абразивных изделий естественный корунд идет главным образом для изготовления корундовых порошков-минутников.

Основные месторождения корунда находятся в Казахстане — Семиз-Бугу, разработка и добыча которых начата сравнительно недавно — с 1927 года.

Наждак. До открытия способа изготовления искусственных абразивных материалов наждак являлся главным шлифующим материалом. Наждак представляет собою минерал, содержащий до 60 проц. окиси алюминия. По шкале Мооса, твердость наждака равна 7—8. Строение его — мелкокристаллическое, цвет — различный, в зависимости от содержания окиси железа. Характерным для наждака является содержание большего количества железа по сравнению с корундом.

Самым лучшим наждаком в мире считается греческий, с острова Наксос.

В настоящее время наждак главным образом применяется для изготовления шлифовальных шкур.

В СССР месторождения наждака имеются на Урале, в Средней Азии и Казахстане. Наиболее богатыми являются месторождения Казахстана — Семиз-Бугу, где и производится промышленная его эксплуатация.

Гранат — минерал из группы силикатов. Лишь в последние годы начал применяться как шлифующий материал. Когда-то гранат имел спрос как драгоценный камень. Для абразивных (шлифующих) целей применяются главным образом железистые гранаты. Особым ценным свойством как абразивного материала является его способность при дроблении давать зерна с острыми режущими краями. В зеркальном производстве имеет применение как абразивный (шлифующий стекло) материал. Главным образом гранат употребляют для изготовления шлифовальных шкурок. Месторождение граната в СССР — Урал, Карелия, Кольский полуостров и др.

Кварц. Кварц встречается в природе в огромных количествах в виде кремнезема (песка). Получается кремнезем в результате разрушения горных пород от действия атмосферных влияний (воды, воздуха, солнца). При резких колебаниях температуры в атмосфере происходит расширение (от тепла) и сжатие (от холода) горных пород, в которые попадает вода. Вода через определенный, иногда очень длительный, промежуток времени размывает породу, размельчает таковую, уносит и откладывает везде и всюду тонко измельченный песок. Воздух в виде ветра и ураганов также помогает повсеместному отложению песков. В зеркальной промышленности пески применяются как абразивный материал для грубой шлифовки стекла (обдирки). Разновидностью кварца является и естественный песчаник, применяющийся на зеркальных фабриках для дистирования facетов и кромок стекла.

Пемза получается при извержении вулканов в результате остывания поверхностных слоев лавы. Строение пемзы — губчатое (пористое). На зеркальных фабриках пемза является очень важным вспомогательным материалом, идущим для тонкой дистировки facетов и кромок стекла. Из разрабатываемых месторождений известны кавказские. Кавказская пемза является по качеству лучшей.

ИСКУССТВЕННЫЕ АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ЭЛЕКТРОКОРУНД И КАРБОРУНД

Электрокорунд или искусственный корунд получается путем плавки продуктов, содержащих глинозем (Al_2O_3), в смеси с коксом. Исходными материалами для корунда являются: окись алюминия, бокситы, малоценные и выветрившиеся сорта наждака и естественного корунда. Чем чище исходные материалы, тем высококачественней получается корунд. Вредными примесями в исходных материалах считаются: окись кремния

(SiO_2), окись железа (Fe_2O_3) и др. Особенно вредным считается содержание большого количества кремнезема (SiO_2).

В технике совершенно чистого корунда получить невозможно. Торговые марки искусственного корунда обычно содержат от 92 до 99 проц. окиси алюминия (Al_2O_3). Чем выше процент содержания окиси алюминия, тем корунд тверже, а вязкость меньше.

В зависимости от наличия примесей в корунде цвет его бывает разный. При сравнительно малом количестве примесей (до 8 проц.) цвет его темнокоричневый.

Выплавка электрокорунда производится в электрической печи (почему он и назван электрокорундом) при температуре в 2000°C . В продаже он бывает под разными названиями, так, например, электрокорунд, алунд, алоксит, абразит и др. В зеркальной промышленности электрокорунд встречается в виде алундовых кругов (ребровые камни), идущих для факетировки мелких стекол, а также для нанесения граней на стекле.

Карборунд представляет собою химическое соединение углерода с кремнием (SiC). Название карборунд для этого соединения случайное. Изобретатель этого абразивного материала (Ачесон), открывший ценные его свойства, думал первое время, что это соединение состоит из алюминия и углерода. Поэтому он и дал ему название карборунд — латинские обозначения (carbon — углерод и Korundum — алюминий). Химически чистый карборунд бесцветен и прозрачен. Получаемый технически окрашен в разные цвета — от зеленого до черного, в зависимости от состава и количества содержащихся в нем примесей.

Получается карборунд путем плавки в электрической печи кварцевого песка и углерода. Исходными материалами для углерода служат: кокс, антрацит и древесный уголь. Реакция образования карборунда начинается при 1615° , когда образуется так называемый аморфный карборунд — продукт малоценный. Переход аморфного карборунда в кристаллический начинается при температуре 1920° . Самое ценное свойство карборунда — это чрезвычайно большая его твердость. Твердость его почти равна твердости алмаза — 9,6 по шкале Мооса.

Другим не менее важным свойством является острота его зерен. Карборунд не пригоден для шлифовки вязких материалов (стали, железа), но зато незаменим для обработки хрупких предметов, как стекло, фарфор, бронза и т. п.

АБРАЗИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

К абразивным изделиям относится группа орудий и инструментов, состоящих из абразивных частиц, связанных различным цементирующим веществом в одно массивное тело (круги, бруски, шкурки). В зеркальной промышленности из этой группы абразивных изделий имеют применение главным образом шлифовальные круги.

Из естественных шлифовальных кругов употребляются песчаниковые, которые применяются главным образом для дистировки фасетов и кромок стекла. Песчаник состоит из связанных различным цементирующим веществом зерен кварца, с некоторой примесью зерен различных других минералов. Обычно песчаники добываются в карьерах в виде огромных глыб, из которых затем делают круги различного диаметра. Наиболее важными качествами этих камней являются их структура, твердость и связывающее цементирующее вещество.

Из искусственных шлифовальных кругов на зеркальных фабриках имеют применение карборунд — в меньшей степени — и алунд — в большей степени. Карборунд применяется на обдирочных стадиях, заменяя песок. Алундовые камни имеют применение главным образом на зеркальных фабриках в качестве ребровых камней для нанесения грани и гравировочных работ. Там, где требуется тонкая шлифовка стекла (дистировка), алундовый круг не заменим.

Выбор шлифовального круга должен быть сделан в зависимости от его назначения. В зависимости от того, для какой работы шлифовальный круг предназначается, его зернистость, связка (цементирующее вещество) и твердость будут различны. Очень важно также при установке шлифовальных кругов уметь правильно с ними обращаться. От этого в очень большой степени зависят правильная его работа и сохранность.

ИСКУССТВЕННЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ

Выбор зернистости

Полученные путем плавки корунд и карборунд раздробляются и затем сортируются по величине зерна путем просеивания через ряд сит с разной величиной отверстий. Размер зерен (зернистость) обозначают числом, соответствующим числу зерен одной зернистости или чаще из смеси двух, трех и более номеров. Зернистостью круга считается зернистость наиболее крупных зерен. Так, например, зернистость «20» содержит либо только зерна «20» или «20» + более мелкие, но ни в коем случае не более крупные. Приняты в производствах кругов номера следующей зернистости:

10—12—весьма крупнозернистые.

16—20—24—крупнозернистые (грубые).

30—36—40—среднезернистые.

60—80—100—мелкозернистые.

120—150 и ниже—самые мелкозернистые (весьма тонкие).

В зависимости от обрабатываемого предмета и применяется та или иная зернистость круга.

Крупное зерно ускоряет работу шлифовки, но отшлифованная поверхность покрывается при этом более крупными сколами. Обычно круги с такими зернами употребляются для грубой шлифовки (обдирки).

Более мелкое зерно применяется для более тонкой шлифовки (дистировки).

Для кругов, которые должны применяться на зеркальных фабриках для фасетировки стекла, зернистость должна быть мелкой.

Карборундовые круги в зеркальной промышленности предназначаются главным образом для грубой шлифовки (обдирки) фасетов. Предел зернистости такие круги должны иметь, примерно, «100».

Алундовые круги, идущие для дистировки фасетов и кромок стекла, должны иметь зернистость в пределах от «60» до «100».

Для получения шлифовальных кругов связывают зерна абразивных материалов каким-нибудь цементирующим веществом (связкой). Назначение связки — удерживать после обжига абразивные зерна в обожженном круге с определенной силой. Существуют следующие связки кругов: минеральные, органические и керамические.

К кругам с минеральной связкой относятся абразивные изделия, сцементированные магнезиальным цементом (цемент Сореля), или силикатом (жидким стеклом).

К кругам с органической связкой относятся изделия, связанные каучуком, шеллаком или окисленным маслом. В настоящее время большое применение имеют баккелитовые круги, связанные баккелитом, которые почти полностью вытеснили дорогие шеллаковые круги. Баккелит — искусственная смола, полученная из органических соединений фенола и формалина.

Керамической связкой являются глина, полевои шпат и кварц. В высушенном виде после формовки керамические круги имеют крепость кирпича-сырца и только после обжига в особых печах при высокой температуре (около 1320°) получают свою окончательную прочность.

Выбор связки диктуется главным образом видом и способом обработки. При этом следует помнить, что при мокрой шлифовке следует употреблять главным образом круги только на керамической и баккелитовой связках. Другие связки разрушаются под действием воды. До сих пор карборундовые и алундовые круги для шлифовки стекла изготавливаются в большинстве своем на керамической связке. Баккелитовая связка еще не достаточно изучена, и для целей шлифовки (фасетировки) следует вместо нее предпочесть керамическую.

Выбор твердости круга

Как уже отмечалось выше, назначение связки — прочно удерживать режущие зерна, пока они еще не затупились. Связка должна иметь такую прочность, чтобы, с одной стороны, прочно удерживать острое зерно, а с другой, — по мере его зату-

пления и возникновения больших усилий дать возможность выпасть затупившемуся зерну. На смену затупившемуся зерну выступает свежее зерно.

Следует различать твердость круга и твердость шлифующего материала, из которого сделан круг. Твердостью круга называется то сопротивление, которое он оказывает силам, стремящимся вырвать зерно с поверхности круга. Твердость круга исключительно зависит от прочности связки. Твердость же абразивного шлифующего материала — способность проникать (скалывать) в тело шлифуемого материала.

При нормальных условиях работы в твердом круге зерна выпадают при полном их затуплении. В более мягком они выпадают при частичном затуплении. В очень мягком круге зерна выпадают почти незатупившимися. В зависимости от назначения круги изготавливаются различной твердости: от чрезвычайно твердых до очень мягких.

Степень твердости обозначается буквами. Существуют следующие обозначения твердости кругов:

Т а б л и ц а 2

Шлифовальные круги	Проектируемые международные	Шкала Нортона, принятая на заводе Ильича	Согласно существующему ОСТ
Чрезвычайно мягкие	1	E	ЧМ
Весьма мягкие	2	F	ВМ ₁
	3	G	ВМ ₂
Мягкие	4	H	М ₁
	5	I	М ₂
	6	J	М ₃
Средне мягкие	7	K	СМ ₁
	8	L	СМ ₂
Средние	9	M	C ₁
	10	N	C ₂
Средне твердые	11	O	СТ ₁
	12	P	СТ ₂
	13	Q	СТ ₃
Твердые	14	K	T ₁
	15	S	T ₂
Чрезвычайно твердые	16	T	ВТ ₁
	17	U	ВТ ₂
	18	V	ЧТ ₁
	19	W	ЧТ ₂

Твердость круга для каждого рода работы должна быть подобрана так, чтобы шлифующие зерна выламывались из круга в момент их затупления. На место выломленных тупых зерен должны выступить новые — острые — зерна. Связка, соединяющая круги, должна во время работы так истираться, чтобы способствовать своевременному выпадению тупых зерен. Существует целый ряд правил по выбору круга для шлифовки главным образом металлов.

О шлифовке стекла искусственными абразивными изделиями имеется еще очень мало сведений, особенно в области фацетировки стекла для зеркал.

В таблице, приведенной Г. М. Ипполитовым в статье «Шлифование», приводятся следующие пределы твердости кругов, предназначенных для фацетировки зеркал:

Карборундовые круги для фацетировки стекла с зернистостью до «100», предел твердости — M_3 — M_2 .

Алундовые круги для фацетировки с зернистостью от «60» до «100», предел твердости — «СТ₁—С₂». Однако эти данные — далеко не исчерпывающие и могут служить только для ориентировки.

Искусственные абразивные круги (карборунд и алунд) еще мало внедрены в производстве на зеркальных фабриках, вследствие чего этот вопрос еще надлежащего освещения в нашей технической литературе не имеет.

Правила обращения с кругами

Круг, вращаясь с большой сравнительно скоростью, в случае разрыва представляет большую опасность для работающего. В целях безопасности необходимо следить за тем, чтобы круг был в исправном состоянии:

1. Прежде всего необходимо, чтобы круги бережно перевозились и хранились, предохраняя их от ударов.

2. При получении кругов следует проверить их на отсутствие трещин и повреждений. Проверка производится легким постукиванием молотком. Сухой, подвешенный на стержне круг должен при постукивании давать чистый и ясный звук одного тона. Если при постукивании слышится в некоторых местах дребезжание или глухой звук, то это служит признаком наличия трещин или иного повреждения в круге. Такой круг следует избегать ставить. Если же по тону трудно определить пригодность круга (звук от постукивания не дает ясного тона, но и нет дребезжания), то он испытывается на пригодность в особых условиях. Скорость при испытании такого круга должна быть вдвое повышена против нормальной, причем само испытание должно вестись на особо приспособленных станках с устройством кожухов, предотвращающих несчастия в случае разрыва.

3. При установке на станок для нормальной работы круг снова простукивается молотком на звук.

Круг нельзя насаживать на некруглый или слабый шпиндель (вал). Отверстие в круге должно быть немного больше диаметра шпинделя, чтобы при нагревании не возникли напряжения от шпинделя. Можно производить удары по окружности круга, легкие и куском дерева, но только не металлическим молотком. Круг должен укрепляться на валу лишь при помощи фланцев и гаек. Гайки при этом должны затягиваться лишь настолько, насколько это необходимо для надежного закрепления круга. Излишняя затяжка может вызвать разрушение (поломку) круга.

4. Во избежание несчастных случаев круги (в особенности песчаниковые) должны быть заключены в железный или стальной кожух. Кожух должен быть сделан снизу так, чтобы оставалась открытой работающая часть, но вместе с тем должен быть способным удерживать обломки круга при разрыве.

Правка кругов

Причин слишком быстрого засаливания кругов несколько, главные из них:

1) Излишняя твердость круга. При работе с слишком твердыми кругами затупившиеся зерна теряют способность «резать» (шлифовать) стекло. Из-за твердости связки затупившиеся зерна не выламываются и остаются на поверхности круга, как говорят, круг «тупится».

2) Излишняя мелкозерность и повышенная окружная скорость также ведут к засаливанию круга.

Слишком мягкие круги также имеют свои недостатки. Такие круги вызывают быстрый износ изделия. На зеркальных фабриках при разнообразном ассортименте шлифуемых изделий и частой смене их, при мягких кругах получают выбоины, бороздки и впадины. Особенно часто получают таковые при фасетировке овалов, подков и других фасонных стекол для зеркал. При этом приходится часто править камни, а отсюда — и слишком быстрый износ таковых.

Все же при всех недостатках мягких кругов они предпочтительнее, чем твердые. Как уже выше отмечалось, лучшими для шлифовки (фасетировки) стекла считаются круги средней твердости и мягкости. Как бы, однако, круг хорошо ни работал, все же время от времени его приходится править.

Правка круга производится при помощи неподвижно закрепленного инструмента. Производить правку следует при обильном подводе воды. Обычно на зеркальных фабриках правку песчаниковых кругов производят при обильном подводе влажного песка. Очень часто при этом для выправления круга производят удары металлическим молотком по железной штанге, уложенной по диаметру круга. Такая правка — ударами — должна быть категорически запрещена, так как может повлечь за

собой преждевременное разрушение круга. Лучшая правка кругов может быть достигнута только при помощи алмаза. Правка алмазом практикуется при выполнении кругами особо точных работ. Песчаниковые круги можно править карборундом.

Следует при правке кругов помнить еще одно важное обстоятельство, особенно это относится к песчаниковым кругам: круг с самого начала работы должен быть круглым и поддерживаться в таком состоянии периодической правкой по окружности. Таким образом, помимо правки горизонтальной поверхности круга, необходимо на ряду с этим править круг и по окружности, в противном случае возможно сотрясение станка и есть опасность разрыва камня.

Помимо этого невыправленный по окружности круг «бьет» — работает рывками, не имеет плавного хода и вследствие этого дает плохое качество facets, уменьшая и количественную обработку.

ФАЦЕТИРОВКА И ДРУГИЕ ВИДЫ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРКАЛ И ИЗДЕЛИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Технологический процесс производства зеркал в основном сводится к следующим операциям.

Стекло как полуфабрикат для изготовления зеркал поступает в цех визировки и резки стекла (резной цех). Здесь происходит раскрой стекла по заданным размерам, фасонам, после чего заготовленный полуфабрикат поступает в цех факетировки стекла. После факетирования изделий по всем стадиям обработки они поступают в полировочный цех. Назначение полировочного цеха состоит главным образом в подготовке поверхности стекла к серебрению (стекло, предназначенное для технических целей, в цех полировки не направляется). После полировки полуфабрикат зеркал направляется в подводный цех для производства серебрения и закрашки металлического слоя серебра на поверхности стекла. Готовое, тщательно протертое зеркало передается в цех сборки, где происходит закрепление зеркал на деревянной основе (полике). Полики в свою очередь поступают в сборочный цех из столярного цеха, специально приспособленного для выработки таковых.

Такая схема ведения процесса изготовления зеркал применима для больших и средних размеров. При изготовлении малых размеров зеркал (карманные, дорожные) целесообразней вести процесс несколько иначе, а именно: стекло протертое и отсортированное направляется прямо в подводный цех. После серебрения целые листы стекла закрашиваются, проходят сушку, после чего направляются в резной цех. В резке происходит визировка посеребренного стекла и резка его по шаблонам на заданные размеры и фасоны.

Таким ведением процесса выработки мелких зеркал достигается большая экономия в расходе азотнокислою серебра (AgNO_3) и других химикатов. Помимо экономии ценных вспомогательных материалов, такое ведение процесса дает возможность пропустить через подводку большее количество посеребренного стекла, что в условиях мелких зеркальных фабрик с ограниченными площадями помещений имеет решающее значение.

Отрицательным моментом в ведении этого процесса является постоянное соприкосновение закрашенного металлического слоя серебра с влагой во время ведения фацетировки.

Визировка и резка стекла

Отсортированное стекло, как уже выше было замечено, поступает в цех визировки и резки стекла. В этом цеху происходит раскрой стекла по заданным размерам. Здесь же визировщиками и визируется стекло. В цеху для этого должно быть выделено специальное визировочное место. Лучше, если позволяет помещение, иметь специальную визировочную комнату. Визировка должна быть темной и освещаться искусственным светом. На столах должно быть уложено черное сукно или другая материя черного цвета. На черном фоне при искусственном свете рельефно выступают пороки стекла, которые при обыкновенном свете трудно заметить, как-то: полировочная матовость, седина, мошка и др.

Резка стекла на зеркальных фабриках производится при помощи алмаза (на стекольных заводах при резке стекла у машин пользуются специальным металлическим диском — роликом). Работа алмазом требует от мастера большого навыка, особенно при резке толстых стекол больших размеров. Незначительное отклонение алмаза в какую-либо сторону ведет к неправильному надрезу стекла, а следовательно, при отломке стекло может пойти не по линии надреза, вызывая тем самым бой стекла. При правильной резке алмазом линия надреза должна получаться тонкой и бесцветной. Нажим руки, держащей алмаз и производящей давление, должен быть во все время проведения линии надреза на стекло равномерным. При этом алмаз должен быть несколько наклонен в какую-либо сторону в направлении режущей грани. Правильность резки определяется мастерами-резчиками по слуху. Алмаз должен издавать ровный и ясный звук. Как говорят резчики, «алмаз должен петь».

В зависимости от толщины стекла применяются алмазы с различной величиной зерна. Для толстого стекла алмазы употребляются с крупным зерном, для тонкого стекла — алмазы с мелким зерном.

Как уже выше отмечалось, алмаз является самым твердым из естественных абразивных материалов (по шкале Мооса — 10).

Этим и объясняется действие, какое он оказывает на стекло. Однако существует мнение, что процесс резки стекла не является чисто механическим действием и что здесь имеют место еще и химические явления.

По теории академика Гребенщикова, при резке стекла главную роль играют химические реакции, возникающие на поверх-

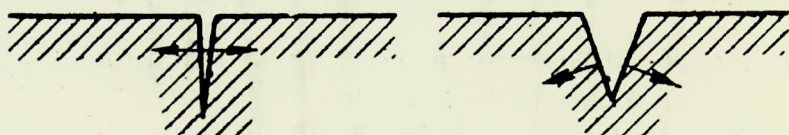


Рис. 32. Грани прореза

ности стекла. Согласно этой теории, при резке стекла алмаз или специальная сталь (диск), врезаясь в толщу стекла, раздвигает стенки образовавшейся щели в сторону. Влажный воздух, действуя на свежую поверхность стекла, расклинивает щель и этим рвет стекло по линии надреза.

На характер этих явлений указывает факт образования около резки внутренних натяжений, отчетливо видных под поляри-

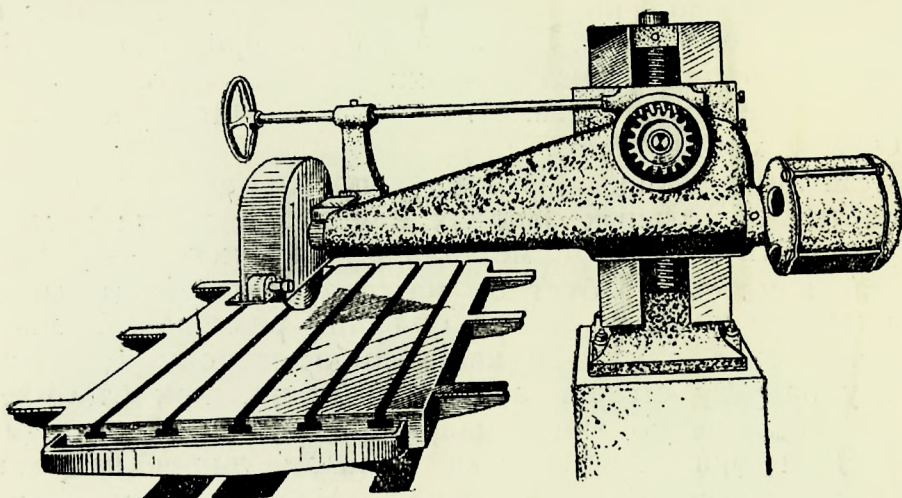


Рис. 33. Машина для резки стекла

скопом. Следующие приводимые академиком Гребенщиковым факты также подтверждают правильность этой теории: при резке стекла мы получаем хороший прорез при тонкой черте, а не при толстой белой. Таким образом, важны не поверхностное разрушение слоя стекла и не глубина прореза. При перпендикулярном действии распирающих сил круче и сохраннее будут грани прореза (рис. 32). О специфическом действии воды, т. е. о химических процессах, возникающих при резании стекла, указывает и следующий факт:

Если надрезанное стекло оставить под определенной нагрузкой во влажной атмосфере, его по линии надреза порвет очень

быстро, примерно, через час, в то время как, будучи помещенным в сухую атмосферу, оно остается без изменения.

Помимо ручной резки алмазом, за границей применяется и машинная резка (рис. 33) специальной сталью или алундовыми и карборундовыми кружками.

Для резки фигурных круглых стекол существует специальный тип машинок, который чрезвычайно удобен в работе и дает большую производительность, от 10 до 12 тысяч кружков (рис. 33а).

Фацетировка

Операции фацетировки заключаются в шлифовке и последующей полировке краев стекол, т. е. срезывании полосок под определенным углом. В зависимости от назначения изделия, его

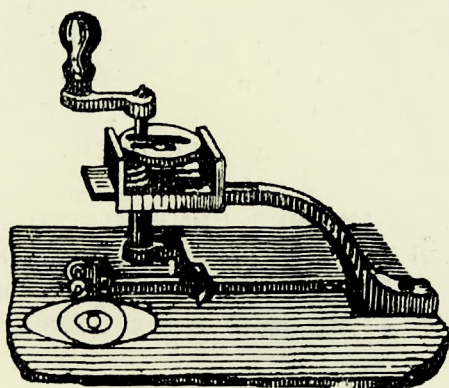
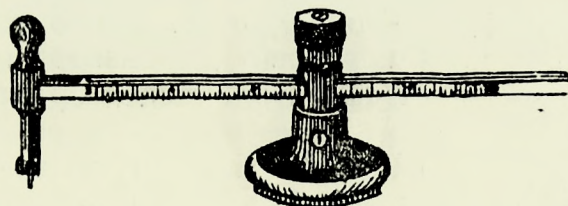


Рис. 33а. Машинки для резки круглых стекол

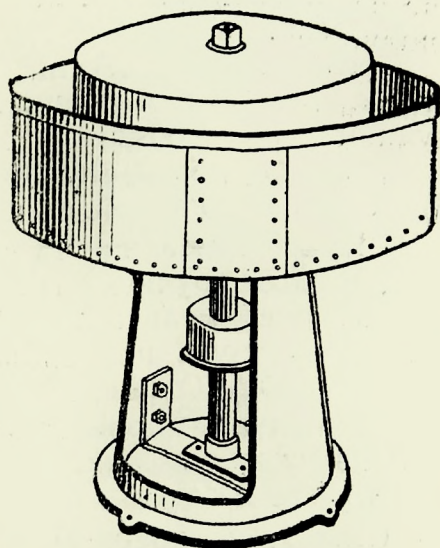


Рис. 34. Шлифовочная шайба на чугунной станине

размеров и толщины фацеты на стекле изготавливаются различной ширины и под разным углом.

В основном различают два вида фацетов: 1) крутой фацет и 2) широкий фацет.

Крутой фацет делается под углом, примерно, в 45° к плоскости стекла. В зависимости от толщины стекла, угол наклона фацета к поверхности может быть изменен в ту или другую сторону. Крутой фацет должен быть шириной от 5 до 7 мм. В задней стороне зеркала оставляется кромка (узкая полоска) 2—3 мм с легкой фаской в 0,5 мм на нижнем ребре кромки. Фаска делается для того, чтобы предотвратить получение щербин. Для

зеркал, идущих в окантовку (дорожные, карманные), кромка и фаска не обязательны. Края в таких стеклах могут быть отшлифованы песком (обдиркой), чтобы острые края не рвали и не портили дерматин и бумагу при окантовке.

Широкий фацет делается, примерно, под углом в 13° к плоскости стекла. Ширина у фацета, в зависимости от размера зеркал, от 25 до 30 мм. В задней стороне стекла оставляется также кромка в 3—4 мм, с легкой фаской в 0,5 мм на нижнем ребре кромки. В прямоугольных стеклах углы фацетов должны быть несколько закруглены. Главным образом широкий фацет делается на шкафных зеркалах, на дорогих витринных стеклах, для трюмо, трельяжей и т. п.

В основном принцип обработки фацетов (фацетировки) стекол ничем не отличается от плоскостной обработки стекла. Как и там, весь процесс в основном подразделяется на две стадии работы: 1) шлифовка и 2) полировка стекла. Шлифовка в свою очередь подразделяется на грубую обдирку, обычно производимую песком, и тонкую шлифовку (дистировку), производимую песчаниковым камнем. Затем уже идет самостоятельный процесс полировки.

Весь технологический процесс фацетировки сводится к четырем основным операциям: 1) грубая шлифовка песком на чугунном диске (обдирка), 2) тонкая шлифовка (дистировка) на каменном круге, 3) полировка на деревянном диске пемзой и 4) полировка на войлочном диске мумией или крокусом.

Шлифовка на чугунном диске производится влажным песком вручную. При такой грубой шлифовке происходит скалывание мельчайших частиц стекла. Рабочий, фацетируя стекло вручную, производит сверху давление им на чугунный диск (шайбу). Одновременно им сообщается стеклу боковое движение — сдвиг, производя таким образом скалывание мокрым песком мельчайших частиц стекла по ширине фацета (полоски) стекла.

Станок, на котором производят операцию грубой обдирки, представляет собою чугунный диск (рис. 34) диаметром от 0,6 до 1 м, толщиной от 8 до 10 см. Диск этот посажен на вертикальный вал, приводимый в движение от мотора. Основным условием пригодности диска является отсутствие раковин. Чугун должен быть средней мягкости. Слишком твердый чугун дает неравномерное и глубокое скалывание частиц стекла, в связи с чем затрудняется дальнейшая обработка стекла. Слишком мягкий чугун ведет к быстрому износу диска. Рабочий, работая на таком станке, должен обладать большим опытом, сноровкой, особенно при фацетировке больших зеркал. Достаточно малейшая неточность в работе, и фацет выйдет кривой (неровный). Может быть затронута и остальная поверхность, как говорят, произойдет «завал» стекла. При работе с большими стеклами, примерно, начиная с 1 м^2 , один рабочий уже не рискует держать

стекло на весу, и такие стекла (называются они «парными») факетируются уже двумя рабочими.

Подача песка к чугунным дискам осуществляется посредством специально приспособленной конусообразной воронки, подвешенной над станком, куда также подведена и вода. Струя жидкого песка регулируется специальным шиберком, приспособленным внизу у воронки. До поступления в воронки песок тщательно промывается для удаления различных посторонних примесей — крупной гальки, мусора и т. п.

Все операции, как-то: промывка, подача песка и его удаление, почти на всех без исключения зеркальных фабриках производятся вручную. Промывка песка обычно происходит в ящиках. Песок лопатами забрасывается на сито, посредством которого вручную производят его просев. Просеянный и промытый песок нагружается в тачки и развозится по станкам к воронкам, куда забрасывается лопатами.

Поступая из воронок на шайбы (чугунные диски), влажный песок центробежной силой разбрасывается по всему станку и далеко за его пределы. Для улавливания и частичного использования песка вокруг станка устанавливаются четырехугольной формы деревянные разборные ящики, которые не дают влажному песку разбрасываться наружу. Часть песка оседает внутри ящика, а часть вместе с водой уходит в поставленный около станка приямок. Из ящика песок извлекают вручную и перемалывают снова в воронку. Использование песка из ящика и из приямка производится не более одного раза. Весь отработанный вторично песок выгружается и на тачках вручную отвозится на свалку.

Дистировка (тонкая шлифовка) на каменном кругу преследует цель — загладить грубо содранный песком фасет. При дистировке получается светло-матованный фасет с гладкой поверхностью. Станок, на котором производят операцию дистировки, однотипен с станком, который работает на грубой обдирке. Разница только в верхней части, где вместо чугунного диска на вертикальном валу закрепляется каменный диск. Обычно здесь всегда применяются естественные песчаники.

Как уже выше отмечалось, задача мастера на операции дистировки заключается в уравнивании и сглаживании изъязвленных и глубоких сколов на фасете, нанесенных при обдирке песком. На зеркальных фабриках песок по фракциям не сортируется, вследствие чего грубая шлифовка бывает чрезвычайно неравномерной. Рабочий, работая на каменном диске (шайбе), не в состоянии держать стекло так, чтобы плоскость фасета всегда всеми своими точками касалась плоскости каменной шайбы. Держа стекло во время работы, он им всегда слегка «пружинит» по ходу шайбы. Даже при «идеальном» ходе шайбы мастер не в состоянии, держа на весу стекло (это относится к

средним и большим размерам), не «пружинить» таковым (не иметь колебаний по всей плоскости стекла).

В результате такой работы на факете, помимо неровностей в самой дистировке вследствие неравномерной обдирки, получаются еще и различного рода переливы волн, полос, делающие факет недоброкачественным. Идеально ровный обработанный факет не должен отличаться от всей плоскости зеркала. Однако такой факет возможно получить только при работе автоматом. Все же от квалификации и стараний мастера во многом зависит качество факета. Волны, полосы и переливы могут быть на камне сведены до минимума. С другой стороны, если после обработки камнем на факете будут дефекты, то уже в дальнейшем на стадии полировки это выправить невозможно. Отсюда ясно, как важна тщательная работа мастера на каменной шайбе.

Полировка факета на деревянной шайбе пемзой производится на станке такой же конструкции. Размер деревянной шайбы (диска), примерно, 0,6—0,8 м. Дерево — липа — материал, обладающий хорошей полирующей способностью; полирующим материалом является тонко измельченная пемза. Деревянная шайба для удобства составляется из нескольких кусков, которые закрепляются по окружности железными обручами. Сверху по поверхности шайбы делаются специальные вырезы — бороздки, которые облегчают ведение полировки. Вырезки эти делаются мастерами вручную, что занимает много времени, давая большое количество простоев на этой стадии работы. Назначение деревянной шайбы и пемзы — сгладить неровность после дистировки и придать факету блеск.

Полировка на войлочной шайбе преследует цель — окончательную отделку факета. Некоторые стеклоизделия, предназначенные для технических целей, полируются только на деревянной шайбе с пемзой. Факет стекла, которое предназначается для серебрения, всегда тщательно прополировывается на войлочной шайбе. Полировка производится главным образом мумией (Fe_2O_3), иногда крокусом. В том и другом полирующих материалах главной составной частью является окись железа (Fe_2O_3). Плотность раствора полирующего материала должна быть, примерно, 20—25° по Боме. Станок — той же конструкции: деревянный диск, посаженный на вертикальный вал и обитый войлоком. Войлок должен быть технический, плотно спрессован, толщиной от 15 до 20 мм.

Как видно из вышеописанной схемы, оборудование и технологический процесс факетировки и других видов обработки листового стекла пока еще на зеркальных фабриках чрезвычайно примитивны. Такой способ ведения обработки факета существует с давних времен и страдает большими недостатками.

1. Работа песочной группы (грубая обдирка) вызывает всегда грязь и сырость в цехе, так как станки открыты, и полностью предотвратить разбрасывание песка трудно. Ручная по-

дача песка в воронки, удаление и вывозка его вручную, помимо тяжелых условий труда подсобных рабочих, порождают почти всегда в цехе сырость, создающую тяжелые условия труда для рабочих. Усугубляется это положение еще тем, что мойка песка почти всегда на зеркальных фабриках происходит в производственном помещении.

2. При грубой шлифовке рабочий тут же обмывает поверхность стекла в рядом стоящем окоренке. Однако, как бы тщательно ни производилась им промывка, удалить окончательно зерна влажного песка с поверхности стекла трудно. Остающиеся песчинки наносят царапины на полотно стекла, которые в дальнейшем трудно, а при более глубоком повреждении и невозможно удалить полировкой.

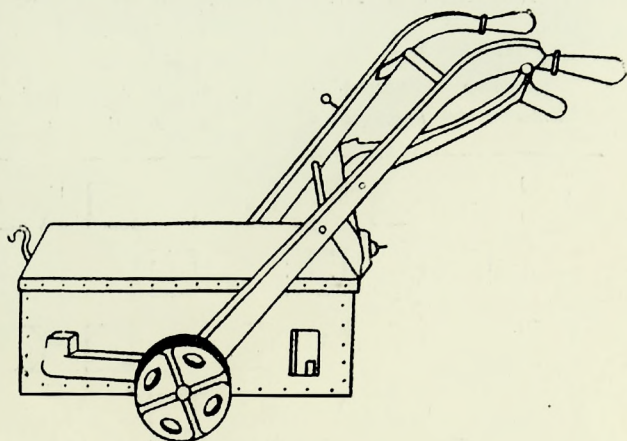


Рис. 35. Съемная двухколесная тележка для перевозки боя

3. Переноска стекла от стадии к стадии совершается на руках, что требует и большой подсобной силы и способствует браку, так как при переноске больше всего повреждается поверхностный слой стекла.

4. Фацет при ручной обработке получается на зеркале волнообразный, с переливами.

Для лучшей организации труда и создания условий, способствующих стахановским методам работы на зеркальных фабриках, должны быть проведены следующие мероприятия:

1) В резном цехе основные рабочие резчики должны быть освобождены от «визита». Предварительно в сортировочной все стекло должно быть просмотрено и сделана соответственная разметка восковым карандашом по стеклу. Также резчики должны быть освобождены от всей подсобной работы, как-то: вывозка боя, переноска стекла и т. п.

Одна из самых тяжелых операций — вывозка боя — должна быть осуществлена при помощи специальных съемных тележек (рис. 35).

2) Песочная группа при очень небольших капиталовложениях может быть частично механизирована. На рис. 36 дана такая схема организации производства на зеркальных фабриках при существующем оборудовании (см. вклейку в конце книги).

Из склада песка, расположенного недалеко от производственного помещения, тельфером или вагонетками песок подается в моечное помещение (помещение для мойки песка должно

быть отделено от цеха обработки). Над механической мойкой имеется приемный бункер (3), куда загружается, примерно, суточный запас песка. Песок, попадая из приемного бункера на механическое сито (4), просеивается и водой смывается в приемник (5), откуда ковшевым элеватором (6) подается в распределительный шнек (7). Из распределительного шнека влажный

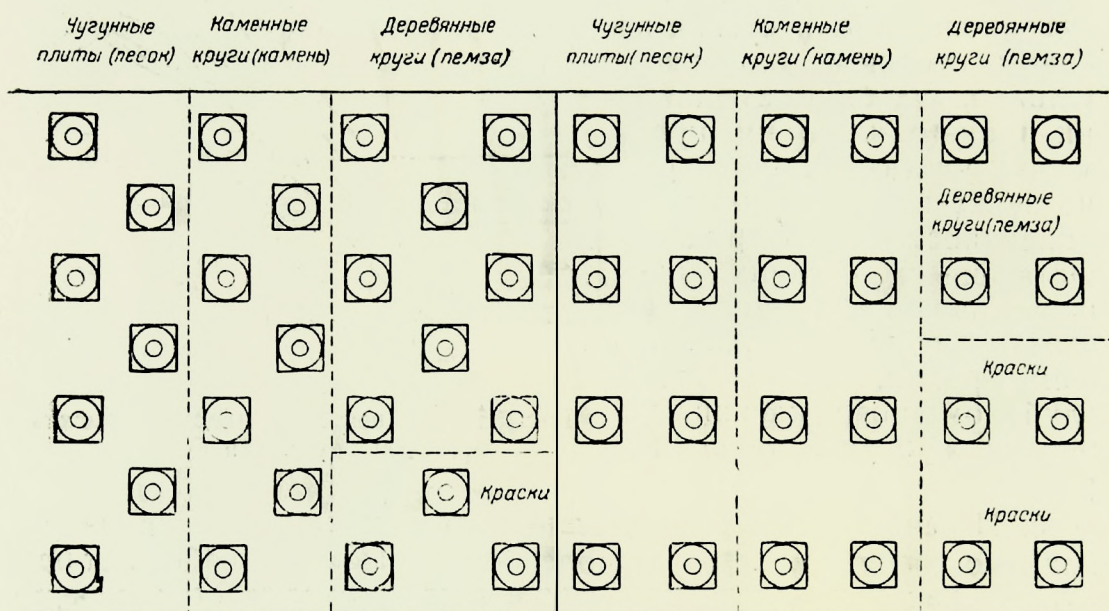


Рис. 37. Схема расстановки основного оборудования

песок по двум шнековым трубам (8) распределяется по воронкам. Можно обойтись и без шнеков; песок может подаваться к воронкам по специальным отводным трубам. Удаление песка может быть осуществлено также просто. Из ящика по трубам жидкий песок отводится в специальные отстойники (9), которые должны быть также устроены в моечном отделении. Из отстойников крупные фракции песков подаются ковшевым элеватором снова на сито, мелкие — вывозятся на отвал. У каждого станка на песочной группе должен быть небольшой шланг для промывки станка от песка и удаления его из ящика в специально сделанное в нем отверстие к отводам.

3) Операция промывки и отности стекла должна производиться подсобным рабочим, станочника следует освободить совершенно от этого. Подсобным рабочим промывка должна вестись со всей тщательностью, с тем, чтобы на поверхности стекла не было зерен песка. После грубой обдирки стекла устанавливаются в специально устроенных тележках на ребро. Тележка должна быть на резиновом ходу с устроенными разборными отделениями, в зависимости от размера стекол. Прямо на те-

лежке при помощи шланга и может быть произведена промывка стекол. После промывки тележка развозит полуфабрикат по станкам к следующей стадии.

4. Немаловажное значение имеет правильная организация производственного потока, т. е. расстановка в цехах основного оборудования.

Очень многие зеркальные фабрики практикуют шахматный порядок расстановки основного оборудования (рис. 37). При такой расстановке, конечно, не может быть и речи о каком-то производственном потоке. Больше всего такие установки имеют место в системе промкооперации, где теснота помещений мастерских позволяет выгадывать таким порядком несколько лишних квадратных метров площади. Неправильный поток создается в производстве и когда станки песочной группы устанавливаются в один ряд против таким же образом установленных каменных кругов.

Помимо этого при ручной подаче и отводе песка к станкам грязь от влажного песка развозится по всему цеху.

На схеме (рис. 36) показана правильная расстановка основного оборудования. При таком расположении мы имеем два потока, идущих параллельно друг другу: 1) поток обработки стекла для изготовления зеркала и 2) поток обработки дерева для изготовления оснований (поликов) для зеркал. В цехе сборки зеркал эти два потока встречаются, и готовые изделия направляются в склад готовой продукции. Эти два потока могут идти и навстречу, однако при этом здание для оборудования должно быть вытянуто на большом расстоянии. В зависимости от имеющихся возможностей и количества расставленного производственного оборудования может быть принят за основу тот или другой вариант типовой схемы.

5. Важное значение имеет также и правильно заданная окружная скорость на станках. В этом вопросе совершенно нет ясности. Каждая зеркальная фабрика устанавливает свои обороты на станках, которые корректируются мастерами-практиками «на глазок». Очень часто мастера меняют шкивы на трансмиссии или станках несколько раз в день, пока они не «угадают» приемлемых оборотов.

При этом часто бывает, что рядом стоящий такой же станок, на той же стадии имеет другие обороты на валу станка, а следовательно, и другую окружную скорость.

В табл. 3 даны существовавшие обороты и окружные скорости на одной из зеркальных фабрик Москвы. Замеры были произведены тахометром (см. стр. 76).

Из приведенной таблицы видно, какая пестрота в окружной скорости станков существует, а следовательно, и в мощности самих агрегатов. Многие из этих скоростей, безусловно, занижены. Проведя систематические наблюдения над станками, мы с

Таблица 3

№№ п/п.	Наименование станка	Диаметр шкива на валу у станка	Количество оборотов вала на станке	Окруж- ная ско- рость	Приме- чание
1.	Шлифовальный станок «песок»	250 мм	196 об/мин.	8,2 м/сек	
2.	» » »	250 »	196 »	8,2 »	
3.	» » »	360 »	240 »	10,0 »	
4.	» » »	260 »	262 »	11,0 »	
5.	» » »	300 »	214 »	9,0 »	
6.	» » »	300 »	214 »	9,0 »	
7.	Шлифовальный станок «камень»	250 »	299 »	12,5 »	
8.	» » »	250 »	266 »	11,1 »	
9.	» » »	300 »	240 »	10,0 »	
10.	» » »	300 »	310 »	13,0 »	
11.	» » »	300 »	256 »	10,7 »	
12.	Шлифовальный станок «пемза»	250 »	269 »	11,2 »	
13.	» » »	230 »	311 »	12,4 »	
14.	» » »	270 »	304 »	11,3 »	
15.	» » »	300 »	258 »	9,5 »	

лучшими стахановцами этой фабрики вывели следующие скорости для этого типа станков (при диаметре чугунной шайбы в 1 м, каменной шайбы — в 0,8 м и деревянной — в 0,8 м).

	Чугунная шайба при работе с песком	Песчанниковая шай- ба при работе с камнем	Деревянная шайба при работе с пемзой
Окружная скорость	11 м/сек.	12 м/сек.	14 м/сек.

При подсчете окружной скорости и установлении ее, безусловно, имеет значение и качество шлифующих материалов. Чугунные шайбы, плиты и каменные круги должны быть соответствующей зернистости и мягкости.

Имеет также значение и ассортимент стекла. Толстое стекло больших размеров — широкий фацет — можно обрабатывать при бóльшей скорости. Наоборот, тонкое стекло следует обрабатывать при меньших скоростях, так как оно быстро греется, и получаются «зажеги». Отсюда вытекает и необходимость в

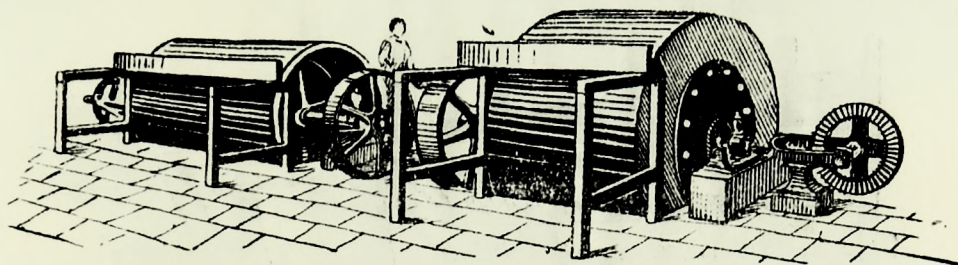


Рис. 38. Барабанный тип полуавтомата для фацетировки стекол

правильном распределении ассортимента по отдельным станкам, с обработкой отдельных групп стекол при оптимально возможных скоростях.

Вышеуказанные окружные скорости являются средними, с расчетом работы любого ассортимента. При правильной организации распределения отдельных видов и размеров стекла и

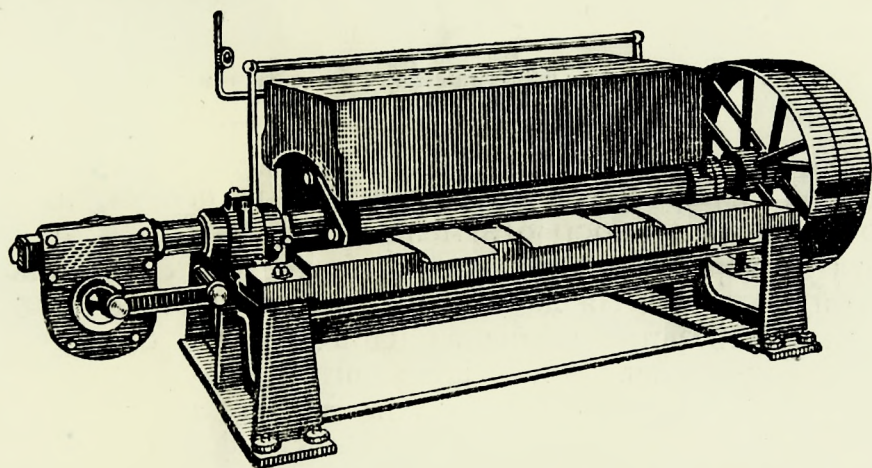


Рис. 39. Барабаны для фацетировки стекол и зеркал (легкого типа)

зеркал по отдельным станкам эти скорости, безусловно, для некоторых видов изделий могут быть еще более повышены. Для мелкого ассортимента и тонкого стекла они должны быть скорректированы в сторону снижения.

Тяжелые условия труда шлифовщиков (фацетировщиков), трудность получения идеального качества фацета при ручной обработке, создание необходимых условий для успешного внедрения стахановских методов работы в производство, — все это диктует зеркальным фабрикам необходимость перехода на другие методы и способы обработки фацетов.

Зеркальные фабрики должны пойти по пути применения искусственных абразивных камней, с одной стороны, и механизации фацетировки, с другой.

Сравнительная дешевизна сейчас искусственных абразивных кругов дает полную возможность оборудовать фацетировочные цехи этими изделиями.

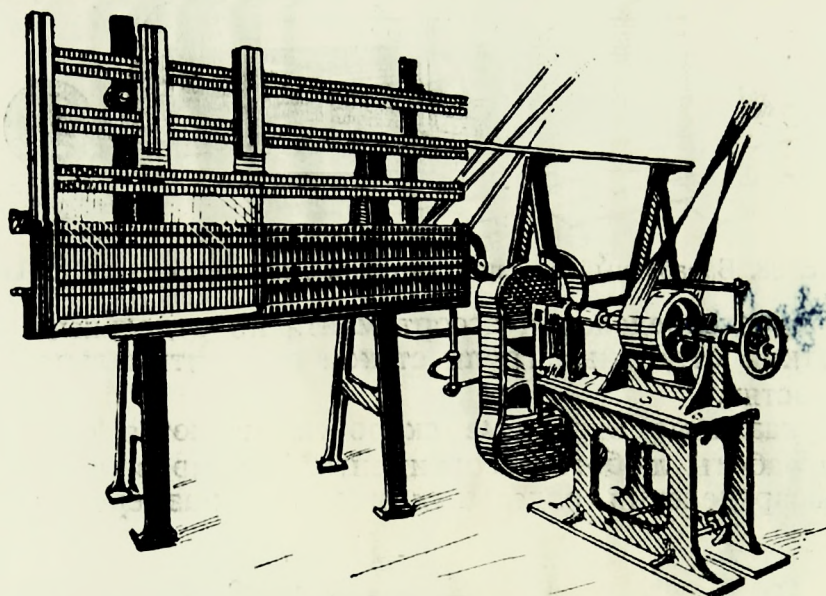


Рис. 40. Вертикально-рамный станок с переменными дисками

На грубой шлифовке (обдирке) чугунные шайбы, плиты и песок могут быть полностью заменены карборундовыми кругами. Работа на карборундовых кругах может быть организована с идеальной чистотой. На дистировке вместо песчаниковых кругов должны быть установлены алундовые круги соответствующих зернистости и вязкости. Предварительную полировку на деревянных шайбах пемзой можно не делать, так как при дистировке на алундовых камнях поверхность facets получается хорошо сглаженной. После тонкой дистировки на алундовых камнях фацетировка может быть сразу продолжена на полировке с войлочной шайбой мумией или крокусом.

Само собой разумеется, что при применении искусственных абразивных камней процесс фацетировки стекол должен быть механизирован.

До сих пор, однако, зеркальная промышленность не имеет типовых автоматических станков для фацетировки стекол, в особенности для крупных и средних размеров. За границей и у нас, в СССР, имеются отдельные типы станков-полуавтоматов, однако, за немногим исключением, все они мало удовлетворяют современным требованиям фацетировки и обработки кромок листового стекла разного назначения.

Наиболее старым типом из полуавтоматов являются фацетировочные машины барабанного типа (рис. 38). В основном эта машина (агрегат) состоит из трех вращающихся барабанов, каждый из которых является самостоятельным станком. На стадии грубой обдирки устанавливается чугунный барабан (1) диаметром до 1,5 м. По окончании грубой шлифовки стекло переда-

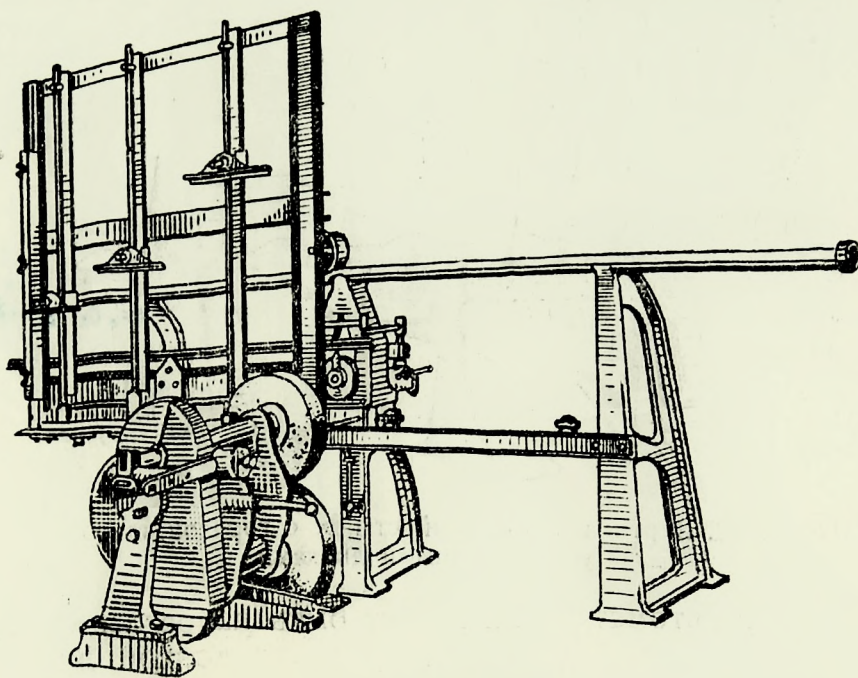


Рис. 41. Вертикально-рамный станок с вертикально установленными дисками

ется на каменный барабан (2) для дистировки. После дистировки стекло полируется на третьем барабане, сделанном из дерева и обитом войлоком. Существенные недостатки этих барабанов: 1) трудность изготовления такого типа оборудования, в особенности каменного барабана, 2) громоздкость установки и 3) сравнительно малая их производительность. Качество обработки фацетов на таких полуавтоматах намного выше, чем при ручной фацетировке. Безусловно, возможно создать более легкие и удобные станки барабанного типа. При этом песочная стадия обработки должна быть заменена карборундовыми барабанами небольших размеров (рис. 39). Имеются еще и другие типы полуавтоматов для фацетировки прямоугольных стекол, так называемые «рамные» (рис. 40, 41, 41а, 42). Станки эти состоят из двух отлитых из чугуна рам, которые крепятся на полу. Рамы имеют возвратно-поступательное движение. На одной из рам крепится деревянная рама, на которой устанавливается стекло. Деревянная рама может быть установлена под любым углом по отношению к вертикальной плоскости, и таким образом может быть обработан любой фацет. На второй чугунной раме

устанавливается искусственный абразивный камень (карборунд или алунд).

На рамном станке и грубую и тонкую обдирку возможно производить на одном станке. На рис. 40 и 41 показана конструкция такого станка. В нем после грубой шлифовки карбо-

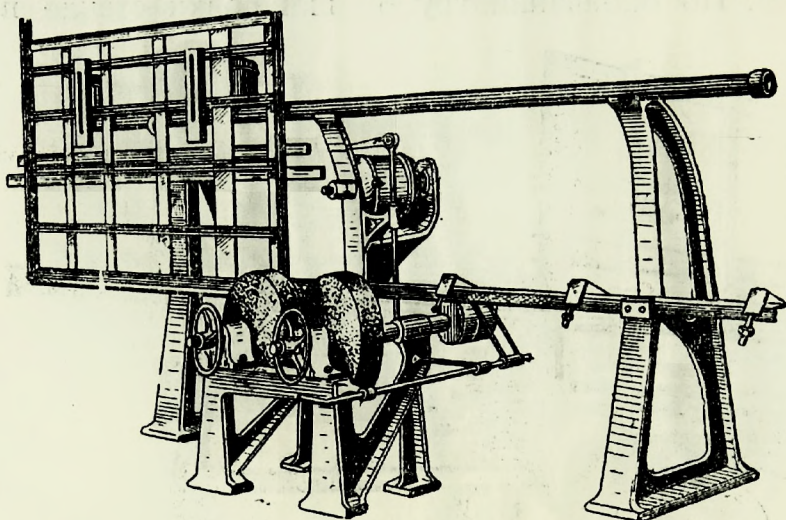


Рис. 42. Вертикально-рамный станок с горизонтально установленными дисками

рундовый круг автоматически может быть направлен вниз, а на его место становится алундовый круг для тонкой дистировки. На рис. 42 показан такой же станок, но с установлением карборундовых и алундовых камней один за другим.

Основными недостатками этих станков являются: 1) неточность в обработке facets, 2) сравнительно малая их производительность.

Второй недостаток может быть устранен сконструированием многорамных станков горизонтального типа (рис. 43). Такой станок требует обслуживания одного человека, однако производительность такого станка будет, примерно, в 4 раза больше, чем на аналогичном рамном станке вертикального типа.

Помимо указанных выше полуавтоматов для факетировки стекол существуют еще различные аппараты заграничных фирм по приточке и полировке края и facets (рис. 44, 44а, 45, 45а, 46) плоских стекол. Особо можно отметить

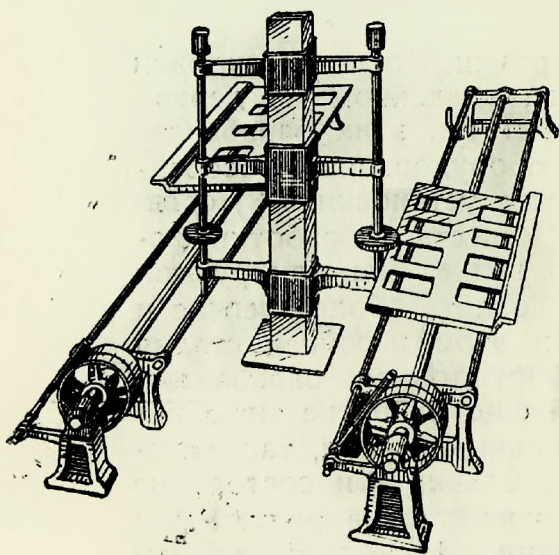


Рис. 43. Факетировочный станок с возвратно-прямолинейным движением стекла и горизонтально установленной рамой.

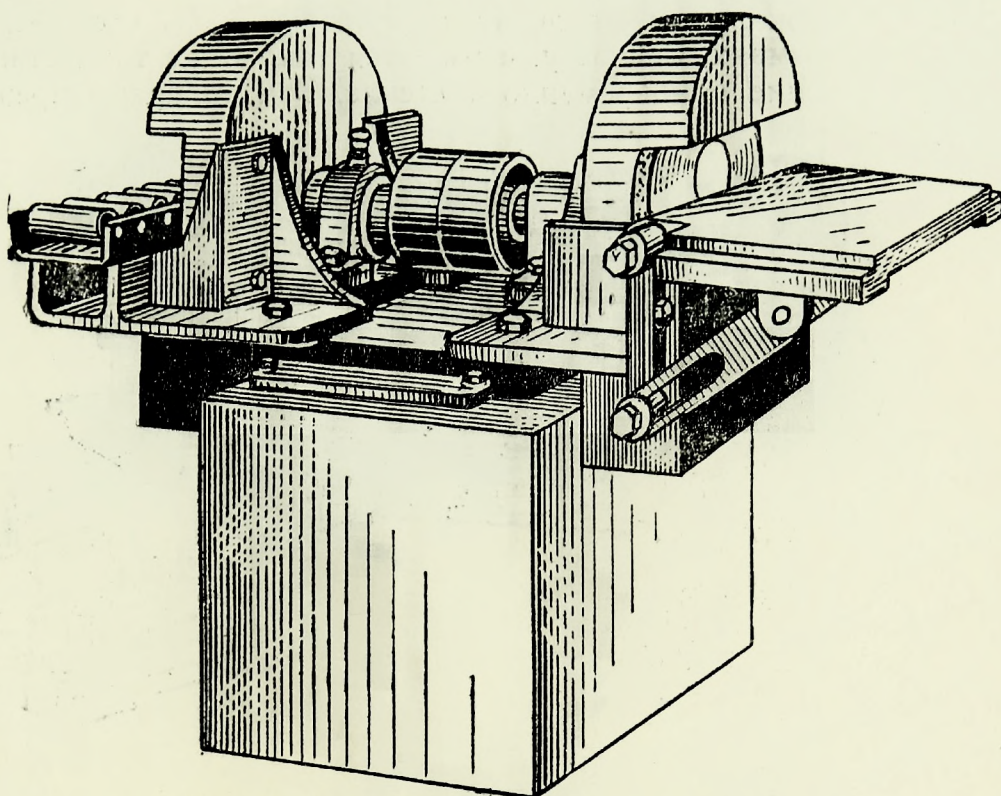


Рис. 44. Станок для приточки краев стекла

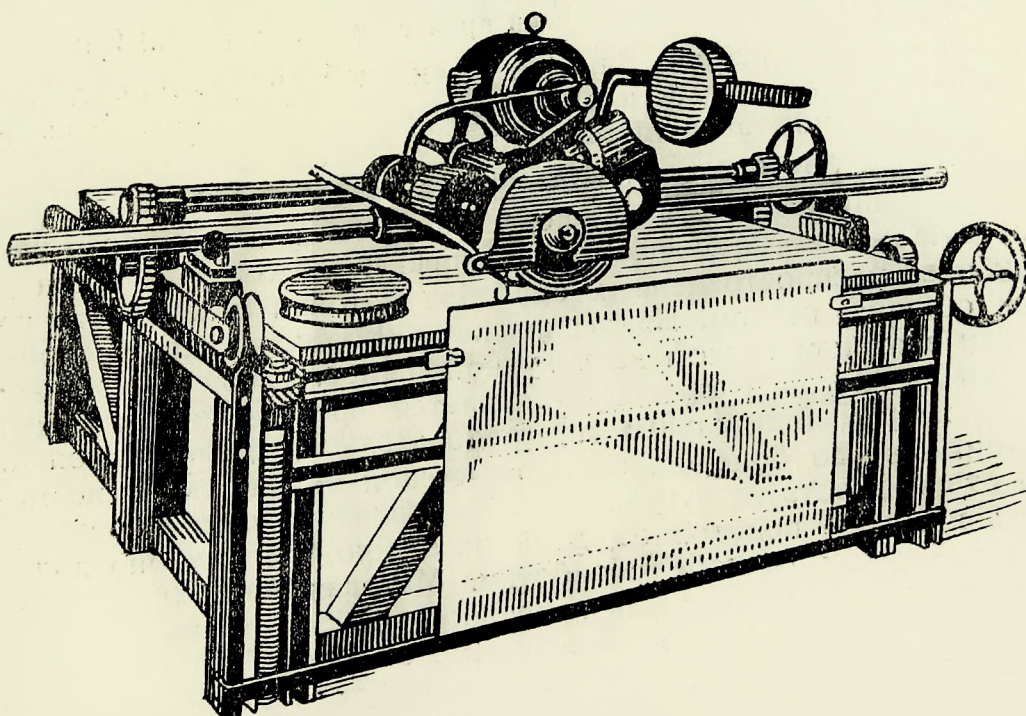


Рис. 44а. Станок для шлифовки краев стекла

фацетные станки для обработки круглых стекол (рис. 46). Из всех полуавтоматических станков только эти станки привились полностью на зеркальных фабриках и работают на искусственных абразивных камнях. Сейчас уже имеются такого же типа станки, обрабатывающие одновременно 4 стекла. Эти аппараты чре-

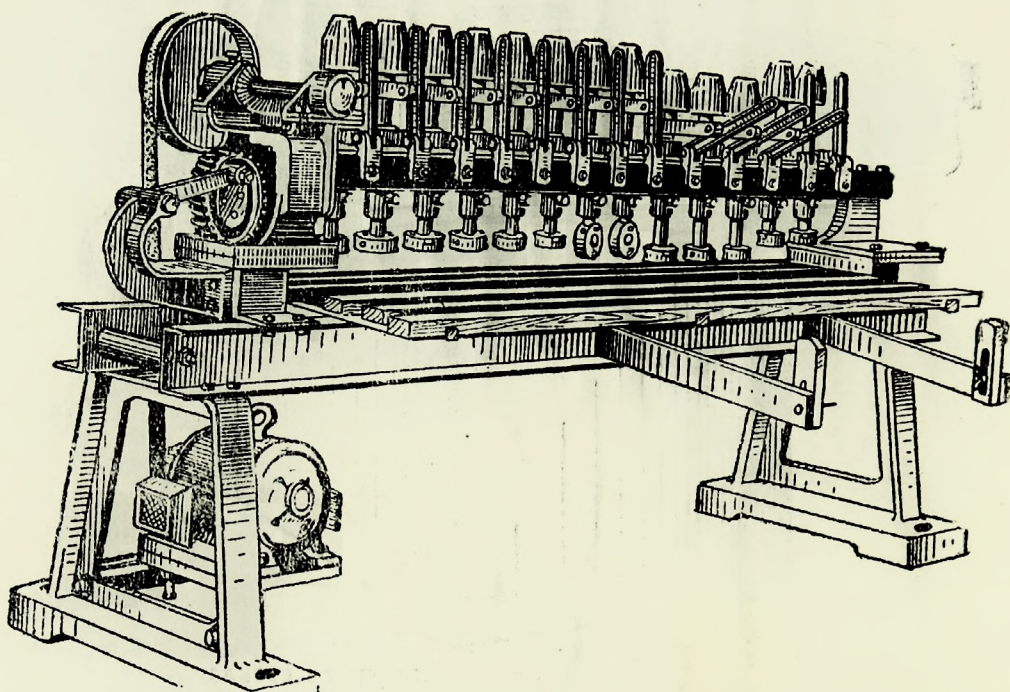


Рис. 45. Станок для полировки прямого фацета типа „Eriplem“

чайно удобны в работе. Занимая очень небольшую площадь, такие станки могут в большом количестве быть обслуживаемы малоквалифицированным рабочим.

Матовка листового стекла механическим способом

Превращение блестящей поверхности стекла в непрозрачную матовую можно произвести различными способами. Один из наиболее распространенных способов матовки стекла — это грубая обдирка песком. На зеркальных фабриках обдирку производят влажным песком на чугунной шайбе. Такой способ обработки — матовки стекла — является чрезвычайно примитивным, непроизводительным и, следовательно, дорогим. Помимо этого большие размеры стекол технически невозможно отшлифовать на чугунной шайбе, также невозможно шлифовать и тонкое полуторное, двойное стекло, так как оно ломается при таком способе обработки. Матовая поверхность получается при этом грубой, испещренной глубокими сколами вследствие неоднородности зерен песка по величине.

Для того, чтобы блестящее стекло стало непрозрачным, не обязательно его шлифовать, даже если оно обладает неровностью (полосность и волнистость). Для этого необходимо толь-

ко песком нанести такие сплошные царапины, сколы, которые, пересекаясь и переплетаясь в виде сплошной массы, уничтожили

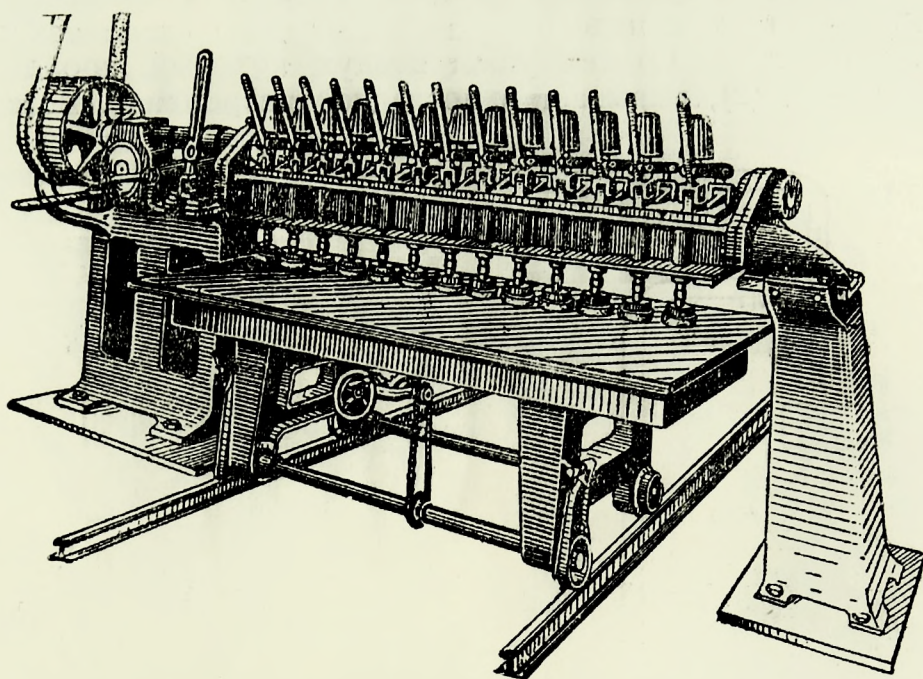


Рис. 45а. Станок для полировки facets и поверхности стекла типа „Комбинацион“ с 13 шпинделями

бы прозрачность и блеск стекла. (Стекло, становясь при этом непрозрачным, естественный свет пропускает.)

Такое сплошно нанесение сколов и царапин песком может быть осуществлено специальным так называемым пескоструйным аппаратом. Принцип работы пескоструйных аппаратов основан на выбрасывании с силой струи песка на поверхность стекла. Песчинки, ударяясь с силой о поверхность стекла, производят сколы и царапины, которые придают стеклу матовую поверхность. Для матовки стеклоизделий существуют различные системы пескоструйных аппаратов. Ниже мы опишем схему работы аппаратов, предназначенных для матовки плоского стекла. Работа одного из таких пескоструйных аппаратов осно-

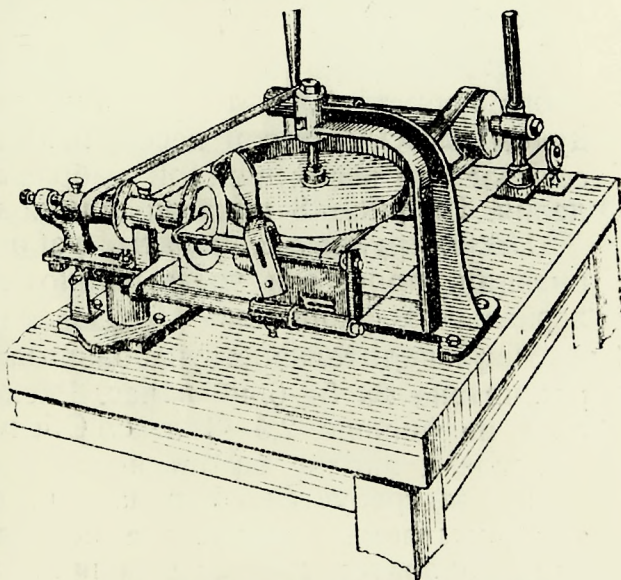


Рис. 46. Станок для facетировки круглых стекол

вана на принципе пульверизации. Принцип этот состоит в том, что сжатый под давлением воздух засасывает наружный воздух, а вместе с ним и песок, который с силой выбрасывается на обрабатываемое изделие. На рис. 47 дана схема такого аппарата. По трубе (1) поступает воздух, который, пройдя мимо устья трубы (2), вызывает в последней разрежение. Вследствие

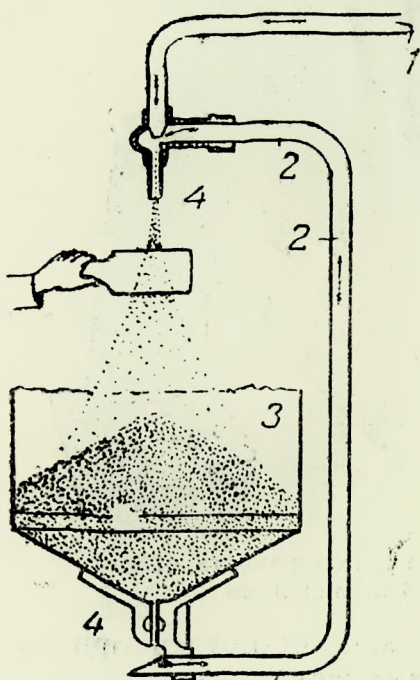


Рис. 47. Схема пескоструйного аппарата

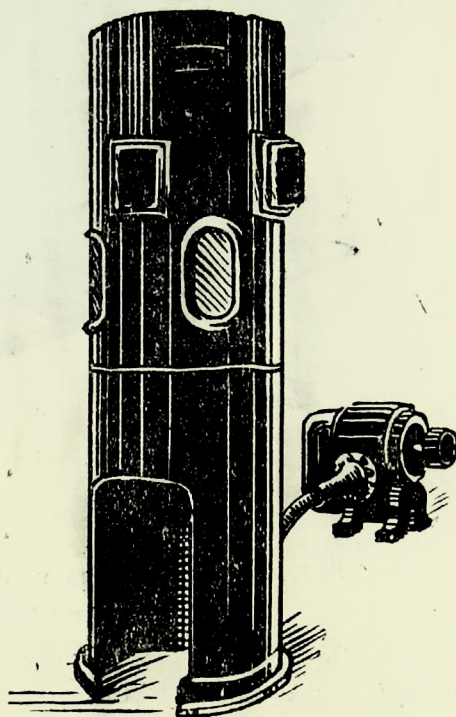


Рис. 48. Общий вид пескоструйного аппарата

этого наружный воздух устремляется в трубу (2). Вместе с воздухом засасывается и песок, находящийся в резервуаре (3). Засасываемый песок с силой выбрасывается через сопло (4) на изделия. На рис. 48 показан общий вид такой установки.

Пескоструйные аппараты, работающие по принципу пульверизации, просты и чрезвычайно удобны для установки их на зеркальных фабриках.

Производительность небольшой такой установки может быть рассчитана на 5—6 м² в час. Расход энергии при этом составляет не больше 2,5—3 л. с. Обслуживание такой установки — простое и вполне безопасное.

Когда требуется большая производительность, применяют так называемые вакуумные пескоструйные аппараты. Работа этих аппаратов основана на принципе создания вакуума — разрежения в герметически закрытом помещении аппарата. Если из такого помещения выкачать воздух и соединить это помещение с песочным резервуаром, то песок силой создавшегося разрежения будет засасываться в него.

На рис. 49 и 50 показаны схема и общий вид такого аппарата. На горизонтально расположенном столе (1), обитом сукном, монтируются 2 пары резиновых вальцов (2). Листовые стекла продвигаются между этими резиновыми валиками. Посреди стола имеется прорез, под которым проходит длинное щелевидное сопло (3). Песок из приемника (4), засасываемый через сопло (3), выбрасывается с силой на нижнюю поверхность листа. Отработанный песок подается по обе стороны в две широкие трубы (5), из которых он обратно направляется в приемник (4). Подача све-

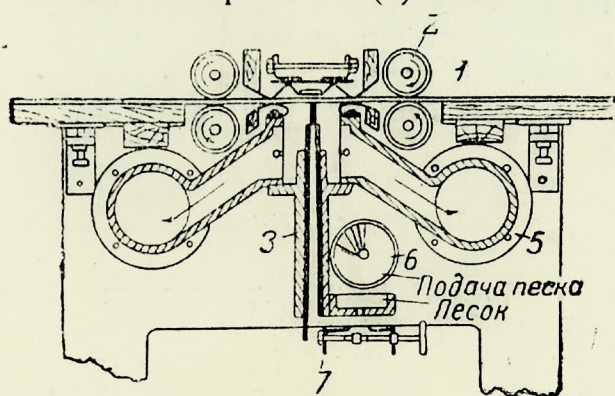


Рис. 49. Схема вакуумного пескоструйного аппарата

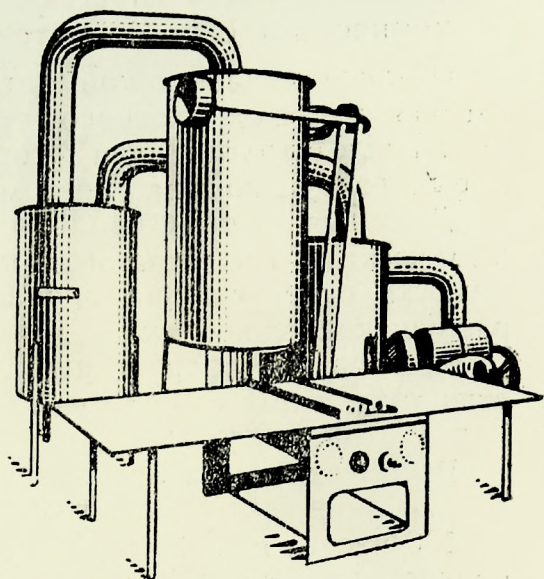


Рис. 50. Общий вид вакуумного пескоструйного аппарата

жего песка в приемник (4) совершается при помощи шнека (6). Количество засасываемого песка регулируется отверстием (7), через которое наружный воздух засасывается в разреженное пространство. Герметичность разреженного пространства создается листом стекла, плотно прижатым резиновыми валиками. Отсос воздуха из этого пространства производится вакуумным насосом.

Такой аппарат для матовки листового стекла пропускает 20—30 м² стекла в час, в зависимости от ширины стекла. Расход энергии составляет от 10 до 15 л. с.

Если сравнить производительность этих аппаратов от 6 до 30 м² в час с производительностью ручной выработки на шайбе от 3 до 4 м² в час, станет понятным, почему зеркальные фабрики должны для этих работ обзаводиться обязательно пескоструйными аппаратами. При этом матовку стекла пескоструйными аппаратами возможно производить любой толщины и любого размера, что также чрезвычайно важно.

Песок для пескоструйных аппаратов должен применяться хорошо высушенный, просеянный, с зерном средней величины. При тонком зерне матовая поверхность стекла получается более нежная. Пескоструйные аппараты должны быть герметически закрыты специальным кожухом с сильным отсосом пыли. Обра-

зующаяся в процессе работы песочная пыль с мельчайшими частицами стекла крайне вредна для окружающих. Поэтому следует особо следить за исправностью и герметичностью отводов, отсасывающих песочную пыль, которая должна быть выведена наружу вне здания.

Матовка листового стекла химическим способом (травление)

Помимо механической матовки, употребляют часто и химическую матовку плоского стекла (химическое травление). Из всех кислот только одна фтористоводородная (HF) быстро действует разрушающим образом на стекло.

Действуя фтористоводородной кислотой в смеси с другими химическими веществами на поверхность стекла, можно, в зависимости от рецептуры, произвести глубокое или поверхностное разрушение слоя стекла.

Для матового травления стекла приготавливают обычно состав травильной ванны (рецепт) не из плавиковой кислоты, а из солей этой кислоты.

Рекомендуются следующие рецепты матового травления:

1. Для шелковистой матовой поверхности:

100 частей воды, 10 частей фтористого калия (KNF) и 1 часть соляной кислоты (HCl); температура ванны 40—60°.

2. Для грубой матовой поверхности:

100 частей воды, 100 частей фтористого аммония (NH_4NF) и 40 частей плавиковой кислоты (HF).

Можно обойтись без дорогих щелочных солей плавиковой кислоты. Для этого к плавиковой кислоте прибавляют чистый поташ, соду или углекислый аммоний до насыщения, т. е. до тех пор, пока не исчезнет всякое вспенивание.

Рецептура применяется следующая:

1. 1 часть плавиковой кислоты, 5—10 частей воды, поташ до насыщения+1 часть плавиковой кислоты.

2. 10 частей плавиковой кислоты, 100 частей воды, поташ до насыщения+2 части плавиковой кислоты.

3. 1 часть плавиковой кислоты, 5—6 частей воды, кристаллической соды—до насыщения, добавление плавиковой кислоты.

Приготовление рецептов производится в чанах, которые изготавливаются из свинца или из дерева. Обычный размер травильного чана — 1,5 м в длину, 0,7 м в ширину и 0,4 м в высоту. Доски такого чана должны быть из толстого теса в 40—50 мм, плотно прифугованные друг к другу. Чаны внутри должны быть обиты свинцом.

Процесс травления производится следующим образом:

Сначала стекло стмывают от загрязнений, налетов, жирных пятен и т. п. Промывка производится в чане, заполненном 10-процентной плавиковой кислотой. В этом чане стекло выдерживается несколько минут. После промывки стекло переносится в

травильную ванну (такой же чан), где оно выдерживается в течение 10—15 минут. Предварительно до погружения в ванну (чан) для травления стекло после предварительной промывки промывается еще и холодной водой, чтобы смыть следы кислоты и тем самым предотвратить возможность изменения концентрации в самой ванне. После травления стекло снова промывают сначала холодной водой, а затем в горячей кипящей воде. Цель промывки — удаление образующихся при травлении растворимых солей (в виде белого налета) и остатков кислоты.

Иногда требуется сделать матовой только одну часть поверхности стекла или нанести какой-либо матовый рисунок. Для этого ту часть поверхности листа, которая не должна быть затронута травлением, покрывают специальным лаком, который не разрушается от действия кислот, в том числе и плавиковой. Основными частями такого лака служат: воск, парафин, сало, которые и являются предохранителями. Для крепости в лак добавляют канифоль и асфальт. Лак этот может быть размягчен от действия скипидара и легко стерт. Таким путем можно изготовить различные рисунки и надписи.

Все операции при кислотном травлении должны быть проделаны с большой предосторожностью. Погружение стекла в ванну должно производиться медленно и осторожно. При быстром погружении можно разбрызгать жидкость и вызвать опасные ожоги. Рабочие травильщики должны быть защищены спецодеждой (резиновые сапоги, фартуки, перчатки). Пол в травильной мастерской должен быть выстлан деревянными досками и по верху перекрываться листовым свинцом. Листы свинца в стыках должны спаиваться, а у стен должна быть сделана из свинца канва, примерно, на 2—3 см вышиною. Поверх свинца укладываются деревянные решетки для хождения.

Все эти предохранительные меры обязательны, так как плавиковая кислота, энергично соединяясь с кремнеземом, может вызвать разрушение здания (пол, если он каменный, стены и фундаменты). Плавиковая кислота не действует разрушающе только на свинец, платину (все остальные металлы от действия HF разрушаются), дерево, резину, гудрон, смолы, асфальт, воск и т. п.

Для удаления вредных паров плавиковой кислоты над каждым чаном должны быть устроены специальные зонты с отводами, которые должны сходиться в одном общем вытяжном канале. Из этого канала пары кислоты направляются через специально устроенные резервуары с известковым молоком, где плавиковая кислота нейтрализуется. Отработанные растворы травильных и промывных ванн из чанов направляются в устроенные отстойники, осмоленные асфальтом и гудроном, где они также нейтрализуются при помощи известкового раствора.

Матовое травление для зеркальных фабрик представляет значительный интерес. Некоторые виды стекол (вывески, дверные

стекла, витрины) можно исключительно красиво и художественно оформить матовым травлением.

Для различных мелких надписей и рисунков на стекле рекомендуется пользоваться травильными чернилами. Писать этими чернилами можно только при помощи гусиного пера или обыкновенного, но с свинцовым или платиновым острием.

Рецепты этих травильных чернил следующие:

1. Приготавливают раствор из 5 частей фтористого натрия и одной части сернокислого калия в 70 частях воды; второй раствор приготавливают из 2 частей хлористого цинка, 9 частей крепкой азотной кислоты и 70 частей воды. При употреблении смешивают равные части обоих растворов.

2. В насыщенный раствор фтористого аммония в плавиковой кислоте добавляют несколько капель нашатырного спирта и немного порошка тяжелого шпата, доводя состав до не совсем жидкой консистенции. Для того, чтобы предотвратить возможное растекание чернил по стеклу, добавляют несколько капель глицерина.

Морозное стекло. Часто это стекло еще называют «ледяным стеклом». Если травление стекла производить в крепкой (мало разведенной водой) плавиковой кислоте, то стекло разъедается равномерно и приобретает вид стекла на морозе. Рисунок «мороза» можно получить и другими способами. Эти способы выгодно отличаются своей простотой и не требуют специального какого-либо оборудования. Стекло для этой цели может быть третьего сорта или брак, так как под узорами все недостатки будут скрыты.

В основном эти способы сводятся к нанесению на поверхность стекла чистого жидко сваренного столярного клея.

Хорошо прочищенное стекло покрывают при помощи барсуковой флейцы теплым клеем. После покрытия клеем стекла укладываются в сушильные рамы, где клей засыхает. При несколько повышенной температуре клей начинает сохнуть и отслаиваться от стекла вместе с тонким слоем поверхности стекла, при этом на стекле остаются разнообразнейшие узоры «мороза».

Получить ледяные узоры можно также и посредством глины. При чем лучше предварительно стекло сделать матовым при помощи пескоструйного аппарата, так как при этом достигается наиболее сильное и глубокое разъедание поверхности.

Стекло с матовой поверхности обмазывается предварительно набухшей разжиженной посредством нагревания глиной. В углубления (сколы) матированной поверхности проникает глина, которая при охлаждении стягивается и разрывает верхний слой стекла в толще глубины трещин в виде ледяных узоров.

Сверление дыр в стекле. Сверление дыр в стекле является операцией довольно ответственной. Часто на зеркальных фабриках недооценивают значения и важности этой опе-

рации, в результате чего получается большой процент боя. Это тем более недопустимо, что операция сверления является почти всегда конечной стадией процесса обработки стекла. Таким образом, при неудачном сверлении пропадает все изделие, на которое уже произведены большие затраты по резке, факетировке и другому виду обработки стекла. Особенно часто бывает большой процент боя при ручном сверлении сверлами — коловоротом — небольших отверстий. Обычно такой большой процент боя бывает из-за небрежности и малоопытности сверлильщиков.

Сверление стекла может быть произведено различными методами и аппаратами. Обычно различают два вида сверления дыр в стекле: 1) сверление сравнительно небольших дыр диаметром

до 10 мм и 2) сверление дыр крупного размера, с диаметром выше 10 мм.

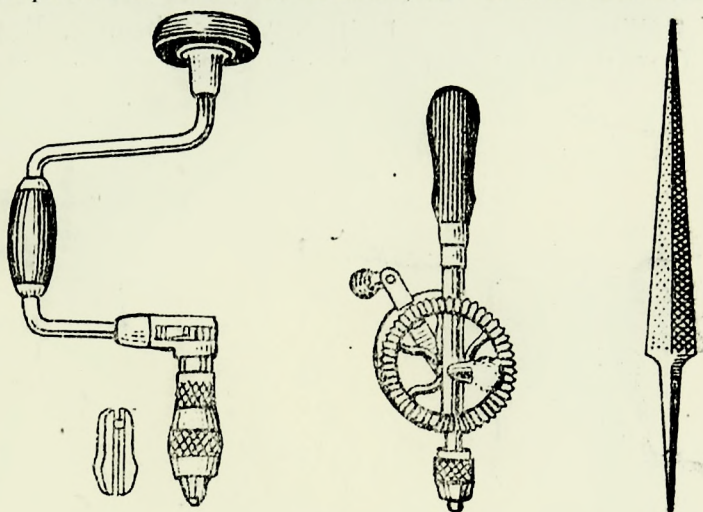


Рис. 51. Ручной коловорот и сверла для сверления дыр в стекле

Для сверления мелких дыр пользуются иногда ручными коловоротами или дрелью (рис. 51). В большинстве своем сверление производят на обыкновенных станках сверловочного типа при помощи стальных сверл. Материалом для сверл служит твердая инструментальная сталь. Очень хорошо сверлить со сверлами из стали «победит». Такие сверла не должны быть заточены остро, иначе они щербят стекло. Нажим сверла не должен быть слишком большим, особенно в начале сверления. При сверлении выделяется большое количество тепла. Вследствие этого возможно растрескивание стекла, особенно, если таковое неравномерно отожжено.

Для предотвращения изделия от разрушения отверстие обильно смачивается какой-либо жидкостью, обладающей большой теплоемкостью (способностью поглощать тепло). Обычно применяют при этом скипидар. Основной недостаток сверления таким способом заключается в том, что отверстие получается в виде конуса. Для того, чтобы просверлить отверстие прямо, необходимо просверлить с одной стороны больше чем до половины толщины стекла, а затем с другой. Середину разворачивают без нажима. Строго цилиндрическое отверстие таким путем все же трудно получить. Сверление отверстий более круп-

ных размеров диаметром выше 10 мм производится при помощи металлических трубок на специальных станках.

На выступающем конце горизонтального шпинделя станка (рис. 52) надевается трубка соответствующего сечения. К месту сверления непрерывно подается струя жидкого песка. В этом случае в действительности имеет место не сверление, а протирание стекла по принципу шлифовки. В результате такой обработки выпадает кружок стекла, соответствующий диаметру

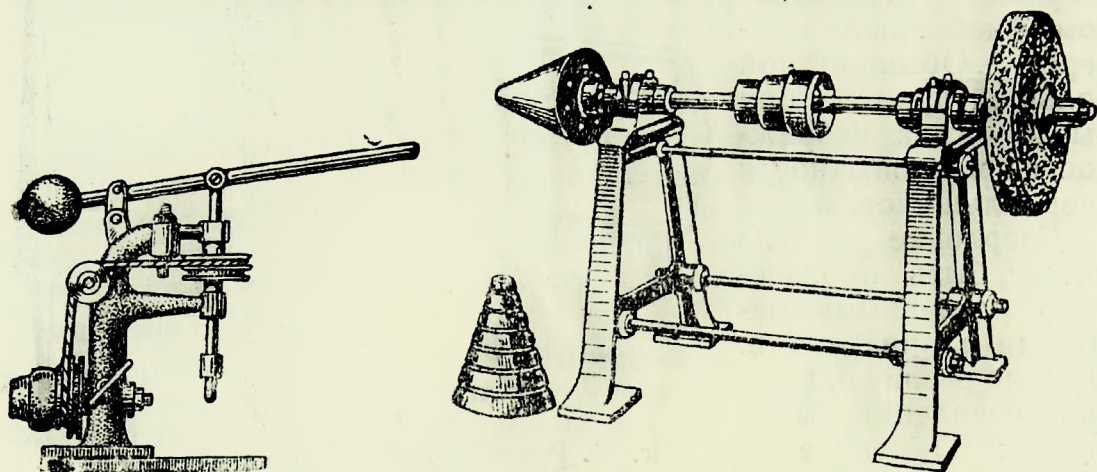


Рис. 52. Сверлильные станки

трубки. Для сверления таким способом применяются трубки из различного металла: медные, латунные, железные и т. п. Наибольшее распространение имеют медные трубки.

Имеется еще один способ сверления дыр — при помощи песка, пескоструйным прибором. Этот способ основан на свойстве струи песка, выбрасываемой под давлением, пробивать в стекле сквозные дыры. Для получения отверстия соответствующего размера на стекло накладывается железный шаблон, который плотно прижат к последнему.

Пескоструйный аппарат (рис. 53), применяемый для этой цели, состоит из небольшого резервуара (1), к нижней части которого припаяна форсунка (2). Над форсункой расположено гнездо с тремя вырезами (3). В гнездо входит труба (4), по которой подается сжатый воздух. Песок, увлекаемый сжатым воздухом через вырезы, с силой выбрасывается форсункой на стекло, пробивая не защищенное шаблоном место. Специально приспособленным стержнем (5) с нарезкой на конце можно регулировать степень открытия отверстий, а следовательно, и поступления песка.

Способ пробивки дыр пескоструйным аппаратом обладает очень многими положительными свойствами. Скорость работы такого способа намного превышает скорость сверления трубками. Так, например, при толщине стекла в 28 мм и диаметре дыры в 42 мм продолжительность сверления — 8 минут.

На обыкновенном толстом стекле Фурко в 8 мм при диаметре дыры от 10 до 50 мм продолжительность сверления трубками не менее 10—12 минут.

Прибором этим, разумеется, можно пробивать дыры любого очертания и любой формы, определяемой шаблоном, в то время как описанные ранее способы могут лишь дать отверстия круглого сечения. К недостаткам этого способа следует отнести только некоторую шероховатость и неотчетливость в очертаниях формы получаемых отверстий.

ГРАВИРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

В зависимости от характера работы различают: 1) простую поверхностную фигурную шлифовку и 2) художественную гравировку.

Поверхностная шлифовка заключается в срезывании на плоскости стекла кружков, овалов, комбинировании того и другого.

Зеркальщики такую операцию называют «нанесением граней на стекло». Обычно такую грань шлифуют по периметру зеркала (по краям его) в виде цепочки, состоящей из кружков и овалов небольших размеров. Помимо граней на зеркало наносятся и другие виды такой работы: звездочки, лучи и т. п. (рис. 54, 55).

Создание более сложных узоров на стекле относится к художественной гравировке (рис. 56).

Как простая фигурная шлифовка, так и художественная гравировка выполняются вручную мастерами различной квалификации. Операцию шлифовки узоров производят на шлифовальных камнях, вращающихся в вертикальной плоскости. Закрепляются такие камни (круги) на настольных станках с горизонтальным шпинделем такой же конструкции, как и станки для сверления дыр трубками (рис. 52). Обычно несколько таких станков приводятся в движение от общей трансмиссии. Иногда станки устанавливают с индивидуальным приводом. В таких случаях станки потребляют во время работы от 0,25 до 0,5 л. с. Камни (круги) лучше всего устанавливать алундовые, на керамиковой связке, с зернистостью 120—180 и твердостью в пределах $C_{T_1}-C_2$. Иногда употребляют и естественные песчаниковые круги средней твердости, однако, у них и более быстрая изнашиваемость и меньшая производительность, нет той срезывающей (шлифую-

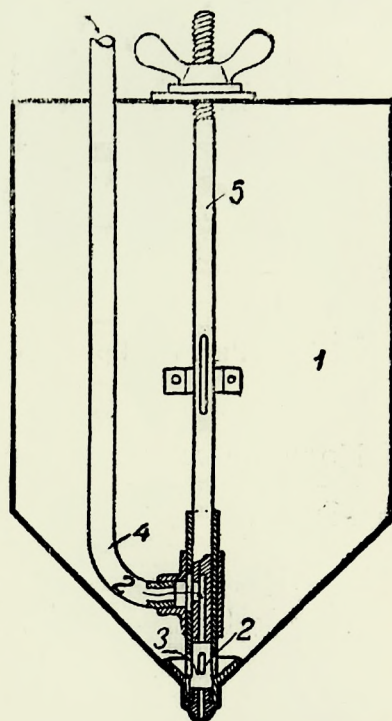


Рис. 53. Схема пескоструйного аппарата для сверления дыр

щей) способности, как у абразивных искусственных камней. Помимо каменных кругов, которые в месте шлифовки делают стекло тонкоматованным, для восстановления прозрачности и блеска устанавливают еще и полировальные круги.

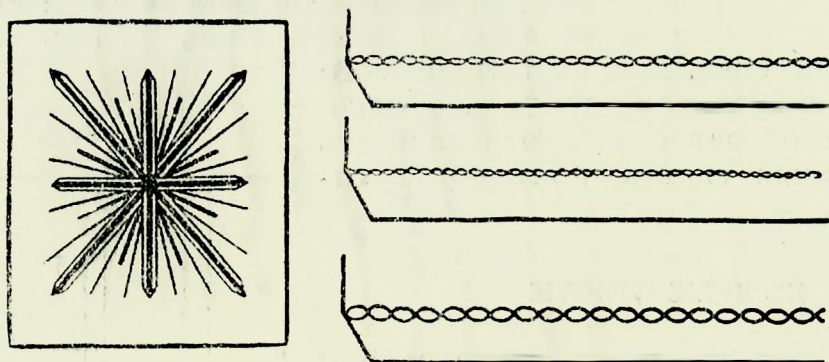


Рис. 54. Гравировочные работы „грань“ и „звездочка“

Полировальные круги могут быть сделаны из различных полирующих материалов. Для этой цели лучше всего употребляют

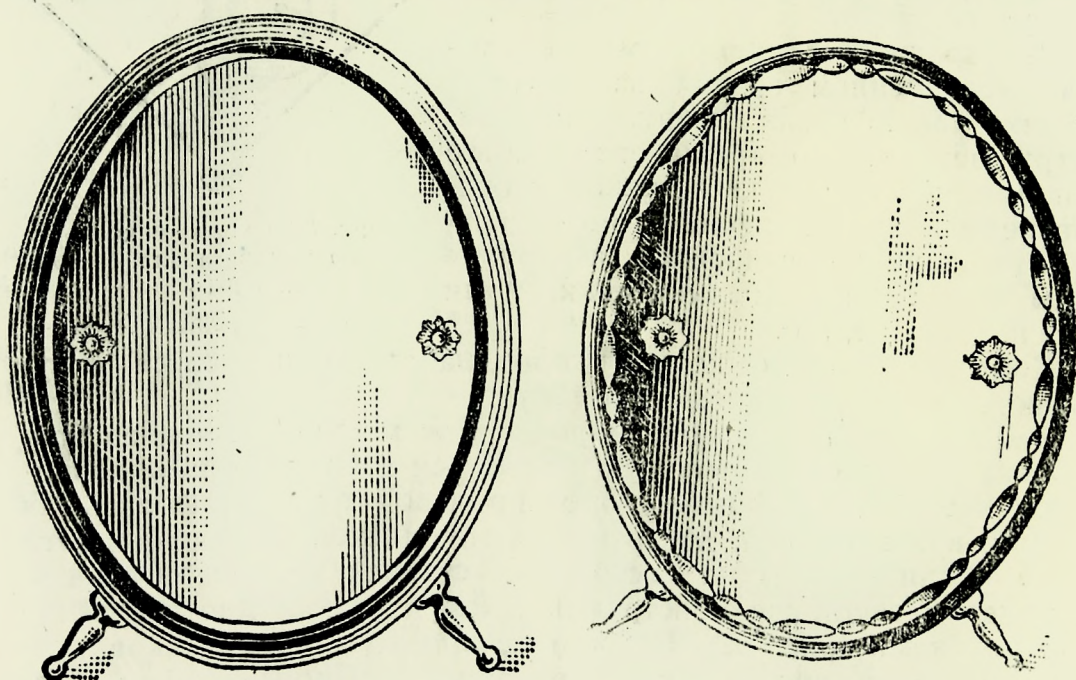


Рис. 55. Гравировочные работы „грань“ и „звездочка“ на зеркале

пробковые круги. Полируют также и на деревянных тополевых и липовых кругах при помощи пемзы. Гораздо реже применяются полировочные круги из войлока. Конструкция полировочных кругов такая же, как и каменных.

ОБРАБОТКА (ШЛИФОВКА И ПОЛИРОВКА) ПЛОСКОСТИ СТЕКЛА

Как уже выше было отмечено, шлифовка, как и резка стекла, есть результат действия, которое оказывает более твердое тело на более мягкое. Абразивные (шлифующие) материалы, как песок, наждак, корунд и другие, производят скалывание частиц стекла, чем и производят шлифовку поверхности. Чем крупнее песчинки, тем больше и глубже получается скалывание — сти-

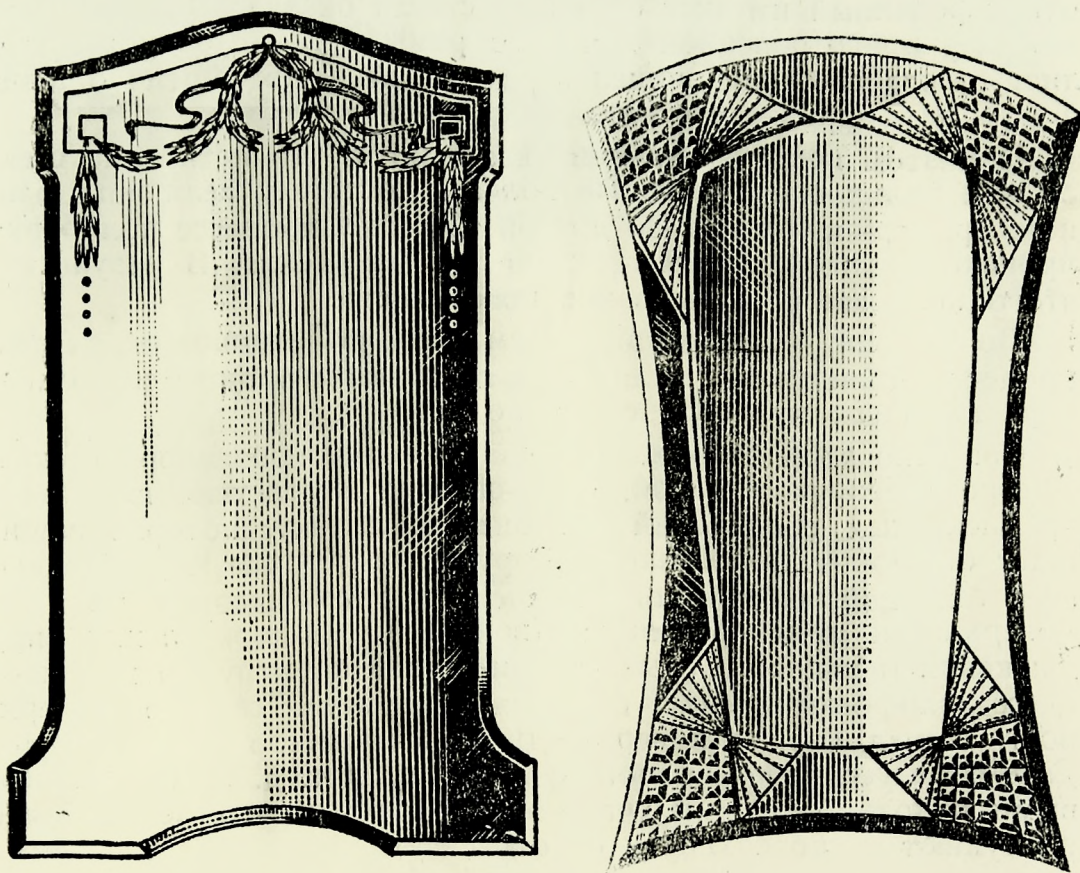


Рис. 56. Сложные гравировочные работы на зеркале

рание поверхности стекла. Поверхность стекла, как говорят, подвергается грубой шлифовке (обдирке). Чем мельче шлифующий материал, тем менее глубокими получают углубления — сколы (сколы эти носят еще название «каверн») и тем глаже получается шлифующая поверхность. Окончательное заглаживание поверхности стекла производится полировкой.

По теории академика Гребенщикова, при шлифовке происходит не только механический процесс скалывания частичек стекла, но, как и при резке, главную роль здесь играет химическое воздействие воды. По этой теории процесс шлифовки объясняется тем, что зерна абразива вызывают на поверхности стекла маленькие трещины, которые под действием воды образуют силы, стремящиеся выщербить поверхность стекла.

В отношении процесса полировки существуют различные мнения исследователей. По мнению одних (Frens Opt cal Soc, 1916—17, № 2), полировка является чисто механическим процессом, представляющим собой продолжение шлифовки, только более мелким агентом (крокусом). Как на факт происходящего стирания стекла при полировке указывается на уменьшение при этом веса полирующего стекла.

Англичанин Булль, член оптического общества, заметил, что отшлифованный им лист оконного стекла оказался слишком велик для приготовленной для него рамы. После полировки его лист стекла свободно вошел в раму (статья Дж. Френч о шлифовке и полировке стекла).

При этом исследователями указывается, что истирание стекла при полировке за каждые полчаса достигает величины, равной, примерно, 0,02 мм. По другой теории в процессе полировки происходит поверхностный сдвиг частиц стекла. В результате этого получается сглаживание поверхности.

По третьей, выдвинутой академиком Гребенщиковым, теории процессы полировки стекла главным образом происходят благодаря химическому воздействию воды.

Согласно этой теории, поверхность отшлифованного стекла, быстро реагируя с водой, образует вследствие гидролиза кремнекислых соединений коллоидную пленку, которая защищает стекло от дальнейшего разрушения. Крокус же, обладающий большой адсорбционной способностью, адсорбируется на поверхности полировальника (войлока). Полировальник при движении (вращении) срывает с выступов оставшуюся при процессе шлифовки пленку, обнажая при этом свежую поверхность стекла. Свежая поверхность стекла, быстро реагируя с водой, образует вновь коллоидную пленку и т. д. При этом первыми отполированными участками будут те, которые наиболее выступают на поверхности стекла.

Практически процесс шлифовки, как уже выше было отмечено, делится на 2 стадии: 1) грубая шлифовка (обдирка) и 2) тонкая шлифовка (дистировка). Целью грубой шлифовки (обдирки) является снятие поверхностного неровного слоя, т. е. сравнять, сделать поверхностный слой стекла горизонтальным. Обычно обдирку применяют для удаления полосности и волнистости в стекле.

Задачей тонкой шлифовки (дистировки) является уравнивание и частичное сглаживание шероховатостей, нанесенных грубой шлифовкой. Как грубую, так и тонкую шлифовку можно вести различными абразивными материалами, которые подразделяются на классы (фракции) в зависимости от крупизны зерна. На зеркальных заводах, где производят массовый выпуск зеркального стекла, грубую шлифовку ведут, как правило, песком. Песок — чрезвычайно дешевый материал, и при массовой

продукции им выгодней пользоваться, чем дорого стоящими корундовыми и наждачными порошками.

В зависимости от ведения технологического процесса шлифовки устанавливают то или иное количество классов (фракций) песков. Обычно и в заграничной практике (в частности, у Форда) и у нас на конвейерной шлифовке на гомельском стеклозаводе принята классификация песков, состоящая из семи фракций с диаметром зерна, начиная с 0,3 мм и кончая 0,06 мм (табл. 4). На заводе «Пролетарий» будет принята несколько иная классификация, начиная с 0,15 мм и кончая 0,06 мм, всего 4 класса.

Тонкая шлифовка, как правило, ведется наждачными или корундовыми порошками, так называемыми минутниками. Большей частью применяют 4 класса (фракции) наждака, с крупностью зерна, начиная с 0,04 мм и кончая 0,015 мм.

Таблица 4

Завод имени Сталина	Завод «Пролетарий»	Константиновский зеркальный ¹	Завод Форда	Германский завод
П е с к и (в мм)				
0,3	0,15	1,5	0,5	2,0 — 1,66
		1,02		
0,3 — 0,25	0,15 — 0,1	1,6	0,25	1,6 — 1,0
		1,49		
0,25 — 0,21	0,1 — 0,074	0,28	0,18	1,0 — 0,5
		0,3		
0,21 — 0,15	0,074 — 0,064	0,2	0,13	0,7 — 0,17
		0,15		
0,15 — 0,10		0,12	0,097	0,17 — 0,07
		0,10		
0,10 — 0,074		0,088	0,075	
		0,075		
0,074 — 0,06		0,06	0,063	
			0,060	

Наждачные или корундовые порошки (в мм)

0,04 — 0,03	0,04 — 0,03	0,025	0,04	0,07 — 0,03
0,03 — 0,02	0,03 — 0,026	0,015	0,03	0,03 — 0,01
0,026 — 0,02	0,026 — 0,020	0,015	0,025	0,01 — 0,003
0,02 — 0,015	0,02 — 0,015	0,01	0,020	

¹ Данные о гранулометрическом составе песков взяты из материалов проф. Ковалева и инж. Ключковского «К вопросу шлифовки толстых стекол, полученных литьем и по способу Фурко».

Для получения песка по фракциям на заводах строят сложное отмучивающее хозяйство по принципу так называемой гидравлической классификации. Принцип гидравлической классификации основан на осаждении абразивного материала на классах (фракциях) в специально устроенных конусных бункерах (шпицкастенах).

Благодаря различной площади сечения конусных бункеров (шпицкастенов) в них при помощи горизонтально поданной струи воды отлагается абразивный материал различных фракций, от крупных до самых тонких.

Зеркальные фабрики обычно имеют в своем распоряжении очень незначительное количество индивидуально работающих станков. Главное назначение этих станков на фабриках должно свестись к исправлению дефектов (повреждений) на поверхности стекла. Поэтому строить для небольшого количества таких станков песочное отмучивающее хозяйство нерационально. Простыми приемами отмучивать чрезвычайно неоднородный по своему составу песок и трудно и редко когда удастся. Поэтому на небольших установках, где имеются 2—3 комплекта индивидуально работающих станков, процессы шлифовки стекла (грубую и тонкую) рекомендуем вести только готовыми уже классифицированными корундовыми порошками (минутниками).

Корундовые минутники

Корундовые минутники применяются как абразивный материал в виде различных фракций. Минутниками они называются по времени оседания корундового порошка в столбе воды высотой в 1 м. При взмучивании корундовых порошков в воде часть зерен более крупных размеров вследствие своего большого веса быстрее оседает на дно. Другая же часть — более мелких зерен, встречая на своем пути сопротивление столба воды, осаждается медленнее.

По времени оседания зерен корундового порошка и определяется его класс — фракция. Трехминутник в столбе воды высотой в 1 м оседает на дно в продолжение 3 минут, пятиминутник — в течение 5 минут, шестидесятиминутник — в течение 1 часа. Номер минутника обозначается цифрами, минуты — знаком ('). Обычно корундовые минутники получают с завода классифицированные по соответствующим фракциям. На заводе таковые обычно получают следующим путем:

Дробленый естественный корунд, главным образом месторождения Семиз-Бугу, размалывается на бегунах или шаровых мельницах, просеивается и в таком виде направляется на завод, изготовляющий корундовые порошки. На заводе поступивший дробленый корунд окончательно размалывается (измельчается) на шаровых мельницах и в таком виде направляется в бураты (вращающиеся сита) для просева. Крупные номера $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$.

и 1' просеиваются ситами и в таком виде направляются в склад как готовая продукция. Остальная смесь размолотых порошков поступает в специальное отделение для обогащения (отделение ненужных примесей). Обогащение ведется в обыкновенных кадушках при помощи соляной кислоты (HCl). В такую кадушку загружается около 100 кг корундовых порошков и 15 кг крепкой соляной кислоты. Всю эту смесь перемешивают, добавляют воды и оставляют, примерно, на три часа.

Корунд обладает высокой устойчивостью по отношению к кислотам, поэтому кислота корундовые порошки не растворяет. Примеси в виде железа и другие металлические частицы растворяются. Всплывшие наверх различные примеси — грязь, так называемый «шлам» — сливают, снова добавляют воды и оставляют на 2 часа. Операцию слива «шлама» производят до пяти раз, в зависимости от загрязнения корундовых порошков.

Промытая и обогащенная (очищенная) смесь корундовых порошков направляется в отмучивающую систему для разбивки их по классам (фракциям).

Московский завод минутников вырабатывает следующие номера (классы) корундовых порошков:

Таблица 5

Номер (класс)	Размер в микронах	Номер (класс)	Размер в микронах	Номер (класс)	Размер в микронах
1/8'	150—175	3'—	50—75	30'—	10—20
1/4'	125—150	5'—	30—50	60'—	5—10
1/2'	100—125	—	—	—	—
1'	75—100	15'—	20—30	—	—

Из них первые 4 класса получают простым просеиванием через бураты, остальные 8 классов — путем отмучивания. В зеркальной промышленности первые 4 номера почти не употребляются, так как грубая шлифовка (обдирка) производится песком, тонкая же ограничивается крупизной зерна, равной, примерно, 60'.

Для работы на индивидуальных станках типа «Ш-1» можно вполне ограничить как грубую, так и тонкую шлифовку только четырьмя номерами:

5'—30—50 микр. 30'—10—20 микр.
5'—20—30 „ 60'— 5—10 „

Отмучивание этих минутников на заводах, их изготавливающих, производится в специальных конусах (бункерах).

Принцип отмучивания в этих конусах основан не на осаждении абразивных зерен в спокойной воде, а на вынесении таковых потоком воды, направленным снизу вверх. Скорость падения частиц в таком потоке $v - v_1 - v_2$, где v_1 — скорость падения частиц в неподвижной воде, v_2 — скорость водяного потока, направленного снизу вверх. Частицы, для которых $v_1 < v_2$,

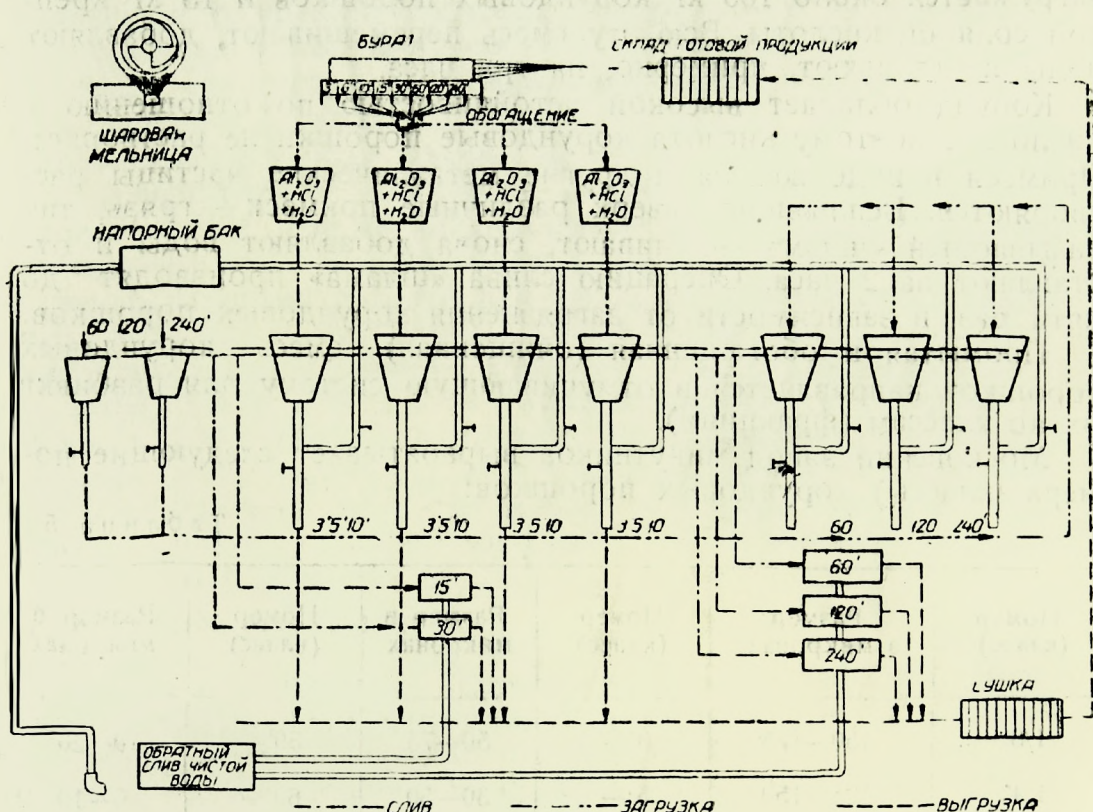


Рис. 57. Схема получения корундовых минутников

будут подниматься вверх, частицы, для которых $v_1 > v_2$, будут падать на дно или оставаться во взвешенном состоянии внутри конуса. Посредством регулирования потока воды можно отделить классы мелких зерен от крупных.

Отмучивающая система (рис. 57) представляет собою ряд расположенных конусов (конусных бункеров), куда загружается смесь обогащенных корундовых порошков. Снизу к конусам подается вода, силой которой создается поток, выносящий определенный класс минутников. Для каждого отдельного номера сила струи должна быть строго отрегулирована. Для более точного разделения смеси корундовых порошков по своим фракциям применяют следующий порядок отмучивания:

Сначала всю смесь порошков загружают в первые 3—4 конуса, соединенные между собой общим лотком для слива эмульсии, так называемой «пульпы». Отрегулировав подающуюся сни-

зу воду, создают такой водяной поток кверху, силой которого выносятся все тонкие минутники (60', 120' и 240'). Все они по сливу — лотку — направляются в специальные конусы — бункера. Из этих бункеров отстоявшиеся тонкие порошки загружаются во вторую группу конусных бункеров. Из этой группы конусов путем регулировки струи воды создается водяной поток кверху, выносящий каждый номер в отдельности. Отмучивание начинают вести всегда с самого тонкого номера. Если проба показывает, что отмучивание тонкого номера кончилось (идет только чистая вода), усиливают струю воды и создают более мощный поток кверху, силой которого выносятся более крупный номер. В сливе — лотке — имеются отверстия, закрываемые шпунтами, по которым каждый номер в отдельности сливом направляется в соответствующий отстойник. После того, как тонкие минутники все уносятся из первой группы конусных бункеров, производят отмучивание средних номеров (15' и 30'). Крупные номера порошков (3', 5' и 10') не отделяются отмучиванием, а выгружаются через спускную трубу (а).

После окончания операции слива средние номера выгружаются и направляются в бураты, где путем просеивания отделяются друг от друга. После отстаивания разделенные корундовые порошки выгружаются из отстойников и направляются на сушку. Сушка ведется на обыкновенной огневой плите. При этом каждый номер сушится отдельно, дабы не произошло случайного засорения более крупным номером. Смесь грубых фракций (3', 5', 10') сушится вместе, после чего их отделяют на буратах.

Несмотря на кажущуюся простоту производства корундовых порошков, процесс отмучивания таковых является очень ответственным и сложным. Насколько сложно отмучивание, можно судить хотя бы из того, что идеально разделить по классам порошки никогда не удастся.

Между тем основное требование, которое предъявляется к минутникам, — это чистота просева (или чистота отмучивания). Корундовые минутники должны обладать однородностью состава. Примесь более крупных по сравнению с основным номером зерен может повести при шлифовке к нанесению глубоких царапин, присутствие же большого количества мелких зерен по сравнению с основным сильно понижает работоспособность данного номера или, как говорят, понижает шлифующий эффект.

Чрезвычайно важно получить наиболее однородный состав в тонких минутниках (60', 120', 240'), почему они отдельно и отмучиваются.

Несмотря на всю важность этого вопроса, до сих пор еще не установлены точные нормы допусков на неоднородность. Однако при определении степени однородности (гранулометрического состава) зерен корундовых порошков следует придерживаться следующего основного правила:

1. Не допустимо, чтобы попадание зерен ближайшего номера превышало количество основного номера. Так, например, если в 30' будет найдено 20 проц. 15' и 40 проц. 60', то такой состав совершенно не пригоден. С одной стороны, более крупный номер будет наносить более глубокие сколы при шлифовке, с другой, 40 проц. более мелких зерен никакого участия в работе принимать не будут, вследствие чего работоспособность основного номера будет чрезвычайно мала.

2. Попадание крупных номеров в тонкие, примерно, через два ближайших номера, совершенно не допустимо. Так, например, в 30' и 60' совершенно не допустимо попадание 3', 5' и 10' номеров.

Гранулометрический состав

Как уже выше было отмечено, чрезвычайно важно получить однородный состав минутников. Для определения качества (однородности) зерна получаемых заводских минутников следует

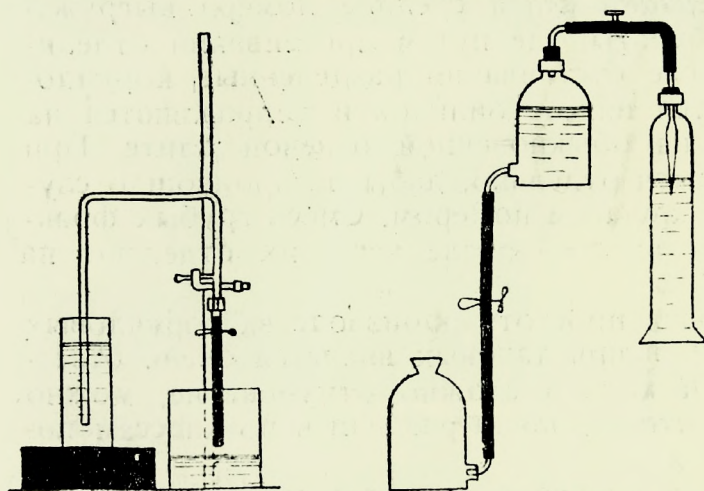


Рис. 58. Прибор Сабанина для отмучивания корундовых минутников

производить систематический контроль. Контроль этот может быть осуществлен различными методами и аппаратами. Обычно очень часто пользуются прибором Сабанина для анализа минутников. Принцип работы этого прибора основан на отмучивании зерен корундового порошка в спокойной воде.

Анализ производится следующим образом: в стаканчике Са-

банина определенных размеров (рис. 58) готовится суспензия (определенного номера корундового порошка) 2-процентной концентрации. Сифон устанавливается до черты слива. Суспензия взбалтывается взаимно противоположными движениями мешалки. Делается это для того, чтобы предотвратить вихревое движение, могущее образоваться при взбалтывании. Суспензию после взбалтывания оставляют отстаиваться на время, пока более крупные фракции не осели, затем сливается сифоном точно до черты. Операция эта повторяется несколько десятков раз, пока вода к моменту слива не станет совершенно светлой.

Пусть, например, нам нужно проверить 30'. Приготовив суспензию 2-процентной концентрации, мы производим по выше-

описанному методу ряд сливов до окончательного просветления воды. При этом операцию слива производят с таким расчетом по времени, чтобы все крупные номера 3', 5', 10' и 15', могущие оказаться в 30' за время отстаивания, успели бы осесть. По количеству осажденных более крупных зерен в минутнике судят о его качестве — степени (однородности). Обычно проверку следует вести, начиная с тонких минутников. При проверке, например, 30' следует отмучивания вести, начиная с 60', и затем последовательно по остальным фракциям. Определение засоренности более тонкими зернами против основного номера следует производить для того, чтобы возможно было определить, насколько снижен шлифующий эффект основного номера.

Отмучивание корундовых минутников

Одним из основных и ценных свойств корунда является его способность при дальнейшем дроблении и разрушении давать зерна с остроотрежущими краями. Таким образом, при шлифовке с крупными номерами мы часть корундовых порошков получаем

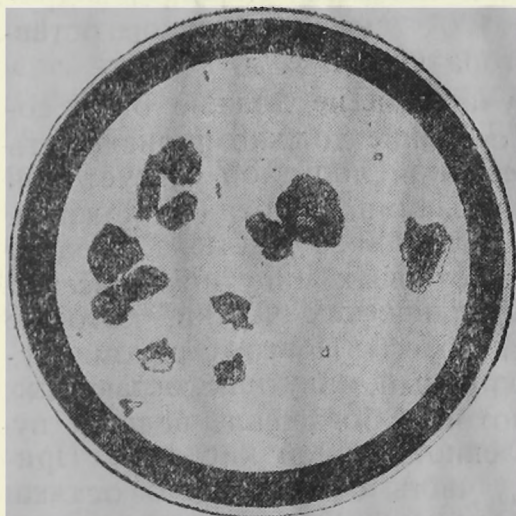


Рис. 59. Зерна 3-минутники

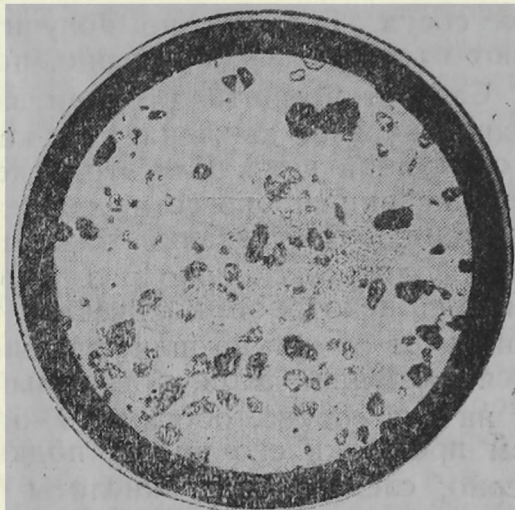


Рис. 60. Зерна 3-минутники после 3-минутной шлифовки

в измельченном виде с острыми режущими краями, вполне годными для дальнейшей работы. На микрофотографии 59 и 60 показаны трехминутник и результат дробления (измельчения) его после шлифовки стекла в течение трех минут.

В процессе обработки стекла мы получим, таким образом, различной фракции корундовые порошки, перемешанные между собой. Для обратного получения отработанных порошков пользуются разными методами отмучивания (разделения на соответствующие фракции). Процесс отмучивания, как уже выше было отмечено, — процесс оседания корундовых порошков в столбе воды высотой в 1 м.

Способов отмучивания корундовых порошков существует несколько. Выше нами был уже описан метод отмучивания минутников в восходящем потоке воды, где частица корунда выносятся из конуса, когда $v_1 < v_2$. Очень простым и практически осуществимым в любых условиях является метод отмучивания в столбе воды высотой в 1 м. При работе с небольшими количествами корундовых минутников рекомендуем вести отмучивание следующим путем:

Около 10 л смеси корундовых порошков с зернами различной величины в жидком виде сливают в сосуд высотой в 1 м и шириной в 30 см. В сосуд наливают воду доверху и затем долго взмучивают смесь порошка. После того, как смесь немного отстоялась, наливают воду так, чтобы она полилась через край. Это делается для того, чтобы слить все загрязнения — «шлам» и тончайшие минутники. Операцию слива шлама делают несколько раз. После слива шлама производят отмучивание нужного номера минутника соответственно времени оседания. Если нужно получить 60', то после взмучивания смесь порошков отстаивается, примерно, 55—57 минут и сливается сифоном в другой сосуд. Если нужно получить 100', смесь порошков оставляют отстаиваться, примерно, полтора часа и т. д.

Следует помнить, что при взмучивании не должно быть создано вихревое движение, так как оседание должно происходить в спокойной воде. Для этого деревянной лопаткой следует при взмучивании произвести движения взаимно противоположные. Операцию отмучивания каждого отдельного номера следует производить несколько раз. В отработанных минутниках всегда имеется некоторое количество металлических частиц, которые попадают от чугуна шлифовальной фрассы. Поэтому рекомендуется последний слой, т. е. самый крупный минутник, остающийся на дне сосуда, обогащать кислотой. Обогащение ведется путем промывки его водой, подкисленной серной кислотой. Примерно, следует брать кислоты $\frac{1}{10}$ часть объема всего осадка. Кислота, соединяясь с металлом, образует растворимые соли, от которых легко избавиться многократной промывкой.

Для того, чтобы судить, все ли металлические частицы прореагировали с кислотой, пробуют раствор лакмусовой бумажкой, которая в этом случае должна показать кислую реакцию. Очень часто корундовые порошки в процессе шлифовки загрязняются жировыми веществами, как-то: тавотом, машинным маслом, которые попадают от вращающихся частей станков. Для обезжиривания зерен корунда рекомендуется под конец промывать таковые слабоаммиачным раствором.

В условиях работы нескольких станков, когда отработанных минутников скапливается порядочное количество, пользование вышеописанным способом занимает много времени.

Для ускорения ведения процесса отмучивания рекомендуем пользоваться следующим способом:

В сосуд (кадушку) высотой в 1 м загружают около 6 ведер отработанных минутников. Предварительно их пропускают через медное сито № 40—50 для отделения случайно попавших крупных частиц. В кадушку наливают воду до самого края, все время взмучивая корундовые минутники. После этого смеси дают отстояться, примерно, в течение 10 минут, после чего слабой струей добавляют воду, заставляя верхний слой смеси с жировыми веществами выступить через края кадушки. После слива смеси дают отстояться, примерно, около часа. Затем открывают верхний кран (шпунт) на высоте 750 мм от дна и выпускают слой смеси, содержащий шлам и тончайшие ненужные минутники.

Операцию слива делают несколько раз — от 3 до 5, в зависимости от загрязнения минутников. После очистки от шлама бочку снова доливают до краев. Взмучивают корундовые минутники так, чтобы не создавать вихревого движения, отстаивают смесь в течение 20 минут и сливают полученный 100' через то же отверстие — на расстоянии 750 мм от дна кадушки. Шестидесятиминутник получается таким же путем, с той только разницей, что смеси дают отстаиваться 17 минут и выпускают таковую через отверстие, находящееся на расстоянии 625 мм от дна кадушки. Таким же путем отделяются отмучиванием и другие фракции корундовых минутников. Отверстия по высоте сосуда могут быть подобраны на любом расстоянии друг от друга, в зависимости от количества отмучиваемых номеров корундового порошка, время же должно быть соответственно рассчитано. Для расчета нормы времени отмучивания каждого отдельного номера можно вывести очень простую формулу.

Пусть мы имеем наш сосуд высотой в 1 м. Делаем в этом сосуде отверстие, как выше было указано, на расстоянии 750 мм от дна сосуда. Таким образом, расстояние, которое должен пройти стоминутник, равно 250 мм. Если за 100 минут зерна этого номера проходят расстояние в столбе воды в 1 м, то в том же столбе воды расстояние в 0,25 м стоминутник пройдет за 25 минут. Ближайший же номер 60' пройдет это же расстояние за 15 минут. Отсюда время, за которое должен быть уловлен стоминутник, должно быть в среднем равно $\frac{25 + 15}{2} = 20$ минут.

За это время мы гарантированы, что 60' и другие более крупные зерна минутников целиком пройдут. Стоминутник в течение 5 минут будет улавливаться. Точно так же можно рассчитать время для других номеров при любом расположении отверстий на высоте сосуда.

Из этих рассуждений, основанных на практическом опыте, можно вывести следующую простую формулу определения времени отмучивания по фракциям:

Если t_1 — время прохождения мельчайшего для отмучивания номера,

t_2 — время прохождения пути ближайшего крупного номера, то время для отмучивания соответственного номера выразится тогда в $T = \frac{t_1 + t_2}{2}$,

где $t_1 = \frac{h_1 N_1}{H}$; где H — высота сосуда, h_1 — расстояние от верха сосуда,

$t_2 = \frac{h_1 N_2}{H}$; N_1 — номер тончайшего минутника,

N_2 — номер ближайшего крупного минутника.

Тогда формула нормы времени отмучивания корундовых порошков выразится в:

$$T = \frac{h_1 (N_1 + N_2)}{2 \cdot H}.$$

Если нам нужно определить время отмучивания (60'), то, согласно этой формуле, будем иметь:

$T = \frac{0,375 (60 + 30)}{2 \cdot 1} = 17$ минут. В данном случае расстояние отверстия от дна кадушки = 625 мм ($h_1 = 0,375$).

Отмученные тем или иным способом по номерам (фракциям) минутники загружаются в специально сделанные бачки, тщательно вымытые. В загруженные в бачки минутники доливают воду и начинают взмучивать всю смесь порошка, время от времени замеряя ареометром Боме, пока жидкая смесь не достигнет нужной плотности.

Ориентировочно приготавливаются следующие жидкие смеси в градусах по Боме:

для 100' — 16—18°,	15' — 20—22°,
60' — 17—19°,	5' — 22—24°,
30' — 18—20°,	3' — 24—26°.

До сих пор вопрос оптимальной плотности для шлифовки корундовыми минутниками еще в достаточной степени не изучен. Практика работы на индивидуальном типе станка «III—I» показала полную приемлемость вышеуказанных плотностей, дающих лучшие результаты в работе.

Описание конструкции и работы станка «III-1»

Станки «III-1» завоевали себе уже прочное место на зеркальных фабриках как в качестве станков, выполняющих основную работу по шлифовке и полировке стекла Фурко, так и главным образом в качестве ремонтных аппаратов, могущих выправить самые крупные дефекты и механические повреждения на поверхности стекла. В виду большого интереса, проявляемого зеркальными фабриками к этим станкам, мы считаем необходимым поместить подробное изложение конструкции данного станка и его работу.

Шлифовально-полировальный станок (рис. 61 и 62) состоит из нижней станины (1), на возвышенной части которой крепится стойка (2), и из верхней станины (3). Верхняя станина имеет полозки длиной в 1600 мм. Один из них — призматический, другой — плоский. На полозках верхней станины (3) помещается стол (4). Последний своими полозками пришабрен к полозкам верхней станины и имеет на них возвратно-поступательное движение.

Внутри верхней станины (3) на плечиках нижней станины устанавливается корпус редуктора (5), четырехзаводный винт которого принимает движение от вала и передает его столу. Стойка (2) несет на платинах своей верхней части два корпуса (6) с радиальными шарикоподшипниками, в которых вращается горизонтальный вал (7). На один из концов горизонтального вала насажены:

1) Шкив (8) диаметром 580 мм, шириной 110 мм, принимающий движение через ремень от электромотора.

2) Шкив (9) диаметром 300 мм, шириной 175 мм, передающий движение через открытый и перекрестный ремни на нижний горизонтальный вал (10). На другом конце вала (7) насажена коническая шестерня (11) с 16 зубцами, сцепляющаяся с конической же шестерней (12), имеющей 35 зубцов, сидящей на вертикальном валу.

К вертикальной плоскости рукава стойки (2) привернут корпус головки (13), внутри которого во втулках вращается вертикальный вал (14). Вертикальный вал принимает вращательное движение от горизонтального вала (7) через пару конических шестерен, имея число оборотов 100—120.

Коническая шестерня (12) имеет на вертикальном валу скользящую посадку, соединяясь с ним скользящей шпонкой. Вертикальный вал вместе с закрепленной ферассой (14) может совершать продольные движения вверх и вниз.

Подъем и опускание вертикального вала осуществляются при помощи штурвала (15), сидящего на валике (16) и помещенного на крышке головки (17) со стороны рабочего места. Валик штурвала, входящий в головку, на конце имеет однозаходный винт (18), который сцепляется с червячной шестерней, помещенной на специальном валике внутри головки.

На одном валике с червячной шестеренкой штурвала сидит цилиндрическая шестеренка (19), сцепляющаяся с рейкой (20), укрепленной на втулке, в которой вращается вертикальный вал.

Подъем шпинделя производится следующим образом: При вращении штурвала червяк, находящийся на валу последнего, вращает червячную шестерню, а вместе с ней и цилиндрическую зубчатку, сидящие на одном валике внутри коробки головки. Цилиндрическая шестерня при вращении будет передвигать вверх или вниз зубчатую рейку, закрепленную на втулке. Вертикальный вал имеет над верхней частью втулки упорное кольцо

(в последних образцах устанавливается дополнительный упорный шарикоподшипник). Двигаясь вверх или вниз, втулка будет соответственно перемещать и вертикальный вал вместе с рабочими органами. Самопроизвольное опускание вертикального вала не допускается соответствующим углом наклона червячной передачи штурвала.

Подъемная втулка на нижней части имеет посаженный на резьбе сальник, предохраняющий проникновение масла по шпинделю вниз; внутри сальника вложено войлочное кольцо. На нижний конец вертикального вала наворачивается по винту шарнир Гука (21), который крепится к шлифовальной или полировальной ферассе. Шарнир Гука дает возможность ферассе уклоняться от горизонтальной плоскости. Над шарниром Гука на шпинделе помещается кольцо — чашка (22) — для распределения материала для шлифовки и полировки. Распределительное кольцо — чашка — при помощи двух трубочек, проходящих сквозь цапфу шарнира Гука, соединено с средним отверстием шлифовальной или полировальной ферассы. Материал, проходя сквозь цапфу, попадает в воронкообразное отверстие в центр, где вследствие центробежной силы разбрасывается по периферии шлифовальной ферассы и под полирующие ферассы звездочки.

Отпущенный при помощи штурвала шпиндель, а вместе с ним и ферасса давят на стекло во время работы своим весом.

Для усиления давления и для предохранения от раздавливания стекла при опускании ферассы на стекло под втулкой помещена пружина (23), опирающаяся снизу на кольцо, навернутое на шпиндель, и сверху на кольцо. Между кольцом и сальником втулки помещен упорный шарикоподшипник, уменьшающий трение при вращении.

От шкива (9) верхнего горизонтального вала посредством открытого и перекрестного ремня движение передается на шкивы (24) нижнего горизонтального вала (10). Шкивы (24) посажены на некотором расстоянии друг от друга и вращаются в различные стороны свободно на втулках, заключенных на валу. Между шкивами (24) помещена двухсторонняя кулачная муфта, скользящая на шпонке вдоль оси вала.

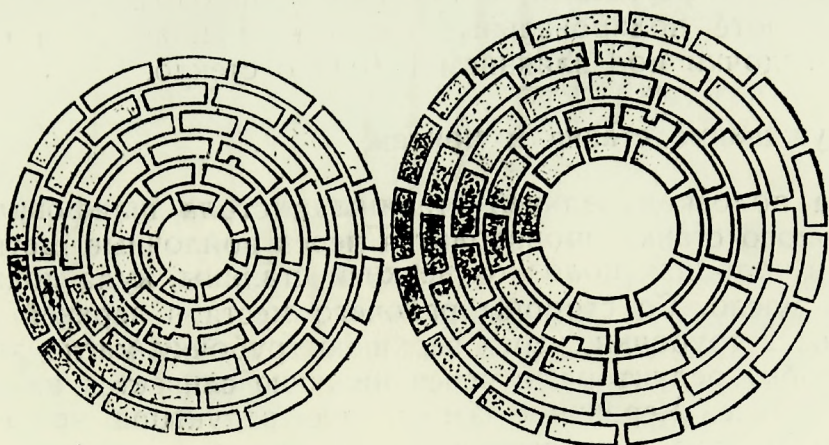
Кулачная муфта может совершить поступательное движение между шкивами. Соединяясь своими зубцами с соответствующими зубцами на шкивах, муфта попеременно сообщает валу вращение то в одну, то в другую сторону.

Противоположный конец горизонтального вала находится внутри коробки редуктора. На нем закреплен четырехзаходный червяк. Червяк сцепляется с червячной шестерней. Внутри шестерни находится гайка ходового винта, соединенная с ней особыми выступами.

Таким образом нижний горизонтальный вал, вращаясь в одну и другую сторону через четырехзаходный червяк и червячную шестерню, вращает гайку ходового винта, укрепленного на

нижней части стола. Гайка, вращаясь на одном месте, перемещает внутри себя двухзаходный винт, сообщая столу возвратно-поступательное движение. Со стороны стойки (2) к столу укреплен квадратный прут с кулачками (25). Изменяя расстояние между кулачками, можно регулировать длину движения стола.

Кулачки стола попеременно захватывают кривошипный ролик, укрепленный на валике, помещенном в кронштейне на нижней станине. С противоположного конца валик связан системой



a
Рис. 62а. Концентрические и радиальные пазы
шлифующей феррассы

рычагов с вилкой, передвигающей скользящую по валу кулачную муфту. При захватывании кулачком стола кривошипного ролика валик поворачивается на некоторый угол, перемещает с помощью вилки кулачную муфту, изменяя направление движения стола. С правой стороны (смотря с рабочего места) в подшипниках верхней станины перпендикулярно полозкам помещен валик, рукоятка (26) которого выходит к рабочему месту. Задний конец валика с рукояткой при помощи шпильки может быть сцеплен с валиком механизма переключения.

Поворачивая рукоятку вправо или влево, можно произвольно изменять величину хода и направление движения стола.

Устойчивость зацепления кулачной муфты с кулачными кольцами шкивов и предупреждения мертвой точки (остановка стола) при изменении направления движения гарантируется грузом (27), помещенным в системе рычагов механизма переключения.

В целях предохранения от разбрасывания отработанного материала и воды к столу привертывается корыто (28), собирающее воду. Вода и отработанная масса из корыта стекает через имеющуюся трубку (29), которая должна быть соединена с соответствующим отливным устройством гибким шлангом. Планки, прижимающие корыто к столу, имеют продолговатое отверстие для подъема и опускания, в зависимости от толщины

стекла, и служат одновременно держателем стекла от сдвига в сторону. Корыто с рабочей стороны имеет откидную боковинку (30) для удобства выемки и укладывания стекла.

Конические шестерни ограждены чугунным кожухом (31).

Шлифовальная ферасса на шлифующей поверхности имеет концентричные и радиальные пазы (канавки) (рис. 62а).

Полировальное приспособление состоит из пятиконечной звездочки, несущей на своих концах вертикальные валики с насаженными ферассами, обтянутыми войлоком.

При работе полировальные ферассы вращаются в подшипниках звездочки под влиянием трения о стекло.

Обслуживание станка и монтаж

Смазка ползков верхней станины и стола шлифовально-полировального станка производится через войлочные щетки, уложенные в колодцах ползков верхней станины, куда должно заливаться масло. Со стороны рабочего места в верхней станине помещены 2 трубочки, через верхнюю трубочку масло заливается в коробку редуктора, а через нижнюю сливается из коробки при промывке. Червячное зацепление редуктора вращается в масле, вследствие чего червячная шестерня имеет на своей поверхности обильное количество масла, которое через отверстие между зубцов ее стекает внутрь шестерни, где помещена гайка ходового винта.

Гайка ходового винта имеет отверстие против отверстий червячной шестерни, которые подводят масло на ходовой винт. Подшипник и горизонтальный вал редуктора и гайка ходового винта смазываются маслом, налитым в редуктор. Подшипник нижнего горизонтального вала, находящийся около шкивов (24), смазывается через масленки Штауфера (32). Кулачная муфта смазывается заливкой масла из ручной масленки непосредственно на вал. Так же смазываются подшипники валика переключения, где места смазки отмечены красной краской. Шарикоподшипники верхнего горизонтального вала смазываются через масленки Штауфера, помещенные на верхней части корпусов. Верхний и нижний подшипники вертикального вала смазываются масленками Штауфера, помещенными одна — вверху со стороны рабочего места и другая — слева. Червячное зацепление штурвала, подшипники его и валик червячной шестерни смазываются заливкой масла из ручной масленки в отверстия на крышке головки, отмеченные красной краской.

Продолжительность и качество работы станка зависят от смазки, а поэтому обслуживающее лицо должно помнить перечисленные выше места смазки, количество, конструкции их и способ обслуживания.

Шлифовально-полировальный станок выпускается в собранном виде после испытания под ремнями без нагрузки. На месте:

работы станок устанавливается на фундамент и крепится 6 болтами сквозь лапки нижней станины. Проверка установки производится уровнем по поверхности стола в двух направлениях. На отдельном фундаменте устанавливаются электромотор и ограждение. Корыто привертывается к боковым поверхностям стола посредством болтов, проходящих сквозь планки с продолговатыми отверстиями, одновременно служащими для задержки стекла от сдвига. В целях уплотнения соединения между корытом и столом помещается прокладка, для чего к станку прилагается хлопчатобумажная лента, которая перед постановкой должна быть пропитана олифой с суриком.

Мотор включается в сеть с тем расчетом, чтобы ферасса вращалась по часовой стрелке, если смотреть на нее сверху.

Шлифовка плоскости стекла на станке «Ш-1»

Нарезанное на определенные размеры стекло укладывается на стол в рамку. Укладка производится так, чтобы края стекла упирались в рамку по направлению движения шайбы, дабы в момент пуска станка лист стекла не разбился о рамку (рис. 63). Под стекло подкладывается настилочный материал. Материал этот не должен прижимать, иначе стекло будет шлифоваться плохо.

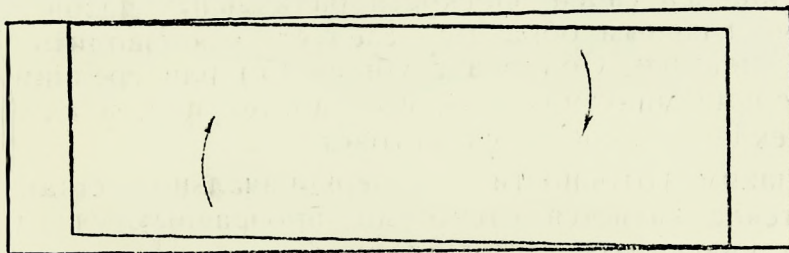


Рис. 63, Схема укладки стекла на стол

Обычно применяют байку (фланель). Можно применять и резину, но таковая должна быть наклеена на плоскость стола так, чтобы была устранена возможность попадания воздушных прослоек между плоскостью резины и плоскостью стола. Резина имеет преимущества в смысле практичности и возможности лучше организовать промывку от зерен минутника.

Отрицательная сторона — некоторая пружинистость, вредно отражающаяся на шлифовке стекла, ухудшая качество таковой.

Шлифовку стекла на станке начинают с крупных номеров и кончают тонкими. В зависимости от степени полосности в стекле применяют тот или иной номер (фракции) корундового порошка.

Зеркальные фабрики, имея у себя очень небольшое количество станков и получая готовый фабрикат в виде зеркального

полированного стекла, в первую очередь должны использоваться эти станки на исправление дефектов поверхности стекла. Сильно полосное или волнистое стекло не рационально обрабатывать на таких станках. Обработка такого стекла слишком дорого обошлась бы фабрике. Стекло Фурко с полосностью, превышающей 0,03 мм, не должно подвергаться обработке на зеркальных фабриках.

Грубую обдирку для стекла с полосностью в 0,03 мм рекомендуем начинать с (5'); если стекло обладает полосностью, не превышающей 0,02 мм, то шлифовку можно начинать со средних номеров 10', 15', а иногда 30'. Такая шлифовка (со средними номерами минутников) дает большую экономию во времени.

Перед тем, как начинать шлифовку, следует включить рубильник и пустить в движение стол.

Во время движения столика на стекло кистью наносится жидкий слой корундового порошка. После того, как стекло достаточно увлажнено жидким минутником, начинают осторожно опускать ферассу. Опускание ферассы происходит при помощи штурвала во время движения столика на ходу. При этом следует следить, чтобы ферасса в момент опускания находилась на середине стола, а не по краям. Подача жидкого минутника производится через питатель чашеобразной формы, прикрепленный к вертикальному шпинделю. Если ферасса гладкая, не имеет в нижней своей плоскости радиальных пазов — бороздок, то подачу главным образом следует производить сбоку при помощи кисточки. Обдирка грубыми (5') или средними (10', 15', 30') номерами минутников ведется до тех пор, пока вся поверхность стекла не становится матовой.

Признаком готовности (на первоначальной стадии) поверхности стекла является отсутствие прозрачных участков — «плешин», отличающихся своим блеском.

По окончании операции первой шлифовки приступают к окончательной тонкой шлифовке более мелкими номерами минутников. Предварительно тщательно промывается чашеобразный питатель. Операцию промывки следует вести прямо на ходу. Снятие стекла со стола и промывка его после шлифовки с каждым номером занимает много времени и никаких преимуществ не дает. При промывке следует следить, чтобы в чашке питателя не остались зерна более крупного корундового порошка. Промывка должна вестись с очень незначительными порциями воды. Излишек воды ведет к плохим результатам.

При обильной подаче воды во время промывки большая часть абразивных зерен будет при этом сбрасываться (смываться) ферассой. Другая же часть зерен минутника будет вклиниваться в стекло, нанося царапины и надрезы на поверхности стекла. Важнейшим поэтому условием является хорошее, но не обильное увлажнение корундовых минутников, а это в свою

очередь может быть достигнуто только подачей очень незначительных количеств воды при промывке.

Обычно промывка должна чередоваться с методом «подсушивания» стекла. Метод этот заключается в том, что к концу шлифовки соответствующим номером начинают постепенно уменьшать подачу абразивного (шлифующего) материала, прекратив таковую совершенно за 4—5 минут до окончания операции. Шлифовку заканчивают на данной стадии размолотым корундовым порошком. Цель «подсушивания», с одной стороны, — довести путем дробления зерна более крупного номера абразивного материала к размерам следующего, более тонкого, и, с другой, — произвести при этом более интенсивное снятие поверхностного слоя стекла. При подсушивании размолотые корундовые минутники усиленно сглаживают углубления сколов, ранее ими нанесенных. Однако с подсушкой корундовых порошков следует быть чрезвычайно осторожным. Усиленная подсушка ведет к быстрому высыханию корундового порошка. Вследствие сильно развивающегося трения между высушенным корундовым порошком и ферассой, с одной стороны, и стеклом, с другой, — выделяется много тепла, и в этом месте вследствие влияния местного перегрева стекло, как говорят зеркалашки, «зажигается». Зажег представляет собою темные пятна (след от ферассы), идущие в направлении движения ферассы. Если эти перегретые места оставить, то на стадии полировки таковые ведут к образованию «матовости» и к растрескиванию стекла, поэтому при подсушивании следует вовремя принять меры для того, чтобы избежать последствий местного перегрева.

Усиленная подсушка абразивного материала всегда заметна по образованию бело-молочных покровов на участках стекла, свидетельствующих, что в этом месте влаги уже нет. Таких слишком подсушенных мест следует избегать, устраняя их небольшим добавлением воды, причем воду эту добавлять следует через чашку питателя. Этим достигается одновременно и промывка от оставшихся зерен более крупного номера корундового порошка. Порция подаваемой воды должна быть такой, чтобы во время подсушивания размолотый корундовый порошок ложился из-под шайбы блестящей жирной массой, равномерно распределенной по всему стеклу.

Подсушивание минутников рекомендуется только на грубых и средних фракциях абразивного материала (5', 10', 15'). К концу шлифовки на тонких порошках подсушивать стекло не рекомендуется, особенно в момент останова ферассы. В этот момент при работе с последним номером корундового порошка стекло должно быть слегка увлажненным, дабы избежать «зажега» и «трещинок» от перегрева стекла. В том случае, когда по каким-либо причинам ферасса греется, и минутники быстро высыхают, подсушивание не следует вести. Станок в этом случае должен быть остановлен с устранением причин, вызывающих нагрев ферассы.

Греться ферасса может при засорении канавок между каблучками, а также при неровной поверхности нижней горизонтальной плоскости ее.

Качество обработки (шлифовки и полировки) стекла зависит от очень многих причин. В основном решающее влияние на выпуск доброкачественной продукции оказывают:

1. Качество шлифующих и полирующих материалов.
2. Однородность состава (чистота просева или отмучивание материала).
3. Постепенность перехода от одного номера минутника к другому (разрыв в гранулометрическом составе).
4. Методы и способы ведения технологического процесса шлифовки и полировки.
5. Конструкция самих шлифовальных и полировальных станков.

Немаловажное значение для правильной шлифовки играет еще и давление. При работе с крупными фракциями давление ферассы должно быть усиленным. При усиленном давлении мы заставляем абразив «резать» стекло. Для этого на грубых и даже средних фракциях корундовых минутников дается при помощи штурвала несколько усиленное давление. Давление это должно быть несколько большим, чем давление от собственного веса ферассы.

При работе на следующих тонких номерах (30' и 60') давление должно быть несколько снижено. При этом штурвалом слегка приподымают ферассу так, чтобы давление было несколько меньшим собственного веса последней. Имеет значение для правильной шлифовки также и качество чугуна. Чугун должен быть без раковин, окалина и т. п.

Как правило, для грубой обдирки всегда должен применяться средней твердости чугун. Тогда въедание зерен абразива в тело чугуна будет минимальным и зерна будут производить сильное сдирание (скалывание) поверхности стекла. Наоборот, при тонкой шлифовке мелкозернистыми абразивными материалами применяется мягкий чугун. В этом случае преследуется цель — не сдирание поверхности, а сглаживание. Если случайно в тонкие порошки попадут зерна крупных минутников, то вместо того, чтобы глубоко проникнуть в поры стекла, таковые въедаются в мягкий чугун. Этим стекло предохраняется от глубоких царапин.

На зеркальных фабриках в большинстве своем имеется в наличии небольшое (не более одного комплекта) количество станков, вследствие чего процесс шлифовки как тонкими, так и крупнозернистыми минутниками производится на одном станке с одной и той же ферассой. В этом случае следует для ферассы применять чугун средней мягкости.

Полировка стекла на станке «Ш-1»

При полировке в зеркальной промышленности употребляется только мумия или крокус (химическая формула Fe_2O_3). По своему составу эти полирующие материалы состоят главным образом из окиси железа (Fe_2O_3) с небольшим содержанием других примесей, главным образом окиси алюминия (Al_2O_3). В зависимости от содержания полуторных окислов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) мы имеем и различную полирующую способность. Чем выше содержание окиси железа в мумии или крокусе, тем полирующий материал лучше и полировка идет успешней. Лучшие сорта крокуса должны иметь в своем составе полуторных окислов от 85 до 90 проц. и абсолютное отсутствие зерен кварца. Ведение технологического процесса получения полирующего материала также влияет на качество получаемого продукта.

По данным академика Гребенщикова, прокаливание окиси железа при температуре около 750° дает лучший по своей полирующей способности продукт. Изменение температуры прокалики на 100° в ту или иную сторону отражается на качестве крокуса в сторону ухудшения его полирующей способности.

Исходными материалами для получения крокуса или мумии служат: сульфат, железо или железный купорос, щавелево-кислое железо, колчеданные огарки и т. п.

Все эти вещества прокаливаются в печах при соответствующей температуре, промываются и просеиваются через тончайшие сита, после чего в виде тончайшего сухого порошка крокус или мумия поступают в продажу.

В продаже обычно различают крокус технический и оптический, в зависимости от содержания в нем примесей. Следует иметь в виду, что для успешной полировки в крокусе должно быть не менее 85 проц. полуторных окислов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$). С крокусом, имеющим меньший процент содержания полуторных окислов, полировку можно вести только на войлочной шайбе (стадия краски) и на настольных полировальных станках (вертушках).

Крокус часто бывает засорен различными механическими примесями, а поэтому его следует, прежде чем пустить в производство, предварительно очистить путем отмучивания. При тех сравнительно небольших количествах, которые встречаются на зеркальных фабриках, отмучивание можно производить следующим образом:

В широкогорлой банке большой емкости загружают около 0,5 кг крокуса, наполняют водой и тщательно перемешивают лопаткой. После этого, остановив двумя противоположными ударами лопатки движение суспензии, крокусу дают некоторое время отстаиваться, после чего начинают сливать сифоном весь не осевший взмученный крокус. Выдержка при отмучивании бывает от одной до двух минут, в зависимости от желания получить более или менее тонкий крокус. С увеличением выдержи-

ки уменьшается выход крокуса, так как он большей своей частью оседает на дно банки. Слитый сифоном в чистую банку крокус готов для производства. Обычно отмучивание таким порядком повторяют несколько раз, так как после этого остаются еще такие частицы крокуса, которые за 1 минуту успевают практически полностью осесть на дно.

Отработанный крокус следует также использовать, так как этот материал является довольно дорогим. Отмучивание отработанного крокуса производится таким же путем. При этом следует особо следить за погружением сифона и уровнем жидкости в сосуде, чтобы тяжелые частицы крокуса успевали осесть на дно.

Войлок, употребляемый в качестве полировальника, должен быть толщиной от 20 до 25 мм, плотно спрессован и не иметь репья (кастры). Лучше иметь для этих целей фетровый войлок. Расход войлока на зеркальных фабриках незначителен, и на ответственных операциях по полировке (на станках «Ш-1») лучше иметь такой войлок. Технический войлок из хорошей шерсти и плотно спрессованный также вполне пригоден.

При надевании войлока на аппараты следует быть осторожным, чтобы в него не попала наждачная или песочная пыль. Войлок перед употреблением должен быть тщательно промытым. По окончании работы войлочные приспособления, в особенности на станках «Ш-1» и вертушках, должны закрываться чехлом.

Перед началом процесса полировки необходимо осмотреть, нет ли выступающих из рамки острых краев стекла. Если таковые имеются, то их предварительно необходимо немного притупить. При наличии острых краев во время полировки войлоком могут быть отделены частички стекла, которые могут нанести на отполированную поверхность царапины. Непосредственно перед началом полировки стекло необходимо обмыть водой.

В основном процесс полировки также можно разделить на две стадии:

- 1) влажная полировка, когда под полировальник подается большое количество воды, и
- 2) сухая полировка, когда процесс обработки ведется с небольшими порциями жидкого крокуса, который подается под полировальное приспособление.

Первая стадия полировки преследует цель промывки войлока от образующейся корки. Корка эта образуется во время ведения процесса сухой полировки в виде спекшихся комков полирующего материала, в которых содержатся частицы истертого стекла. Если допустить эти скопления крокуса и стекла на поверхности войлока, то в результате образовавшихся комков (корки) наносятся повреждения на поверхности стекла. Кроме того войлок не промытый и не очищенный во-время от этих

корок теряет свою полирующую способность. В результате всего этого получается недополировка поверхности стекла.

Индивидуально работающий станок в этом случае имеет свои выгодные стороны. Промывку на таком индивидуально работающем станке легко осуществить. В начале полировки около 10—15 минут полируют стекло одной водой, обильно подаваемой под полирующее приспособление. Этим самым войлок уже промывается. Крокус, стекающий из-под войлока, должен быть удален с поверхности стекла. Очистка его производится специально приспособленной резиной, насаженной на деревянную державу. (Однако время от времени — не реже одного раза в сутки — следует прочищать: освежать войлок прочисткой его специальными твердыми щетками).

После того, как стекло несколько посветлеет, начинается подача крокуса мелкими порциями. Процесс сухой полировки начинается тогда, когда стекло несколько нагрелось. Основная задача сухой полировки состоит в сглаживающем действии и в придании блеска стеклу. Наиболее интенсивное истирание стекла, по мнению некоторых исследователей, происходит только при влажной полировке, а затем сильно начинает убывать. При сухой полировке истирание происходит в ничтожных долях.

Процесс сухой полировки связан с выделением большого количества тепла. Полировщик поэтому должен следить, чтобы стекло не перегрелось. При сильном нагревании стекла его следует охлаждать небольшой порцией воды. Пользоваться при этом нужно теплой водой, примерно, 25—30°. Холодная вода, в особенности зимой, может создать такую разницу в температурах между нагретым при полировке стеклом и холодной водой, что стекло лопнет. Не следует производить и промывку войлока холодной водой: холодная вода сильно охлаждает поверхность стекла, тем самым увеличивая время, которое нужно затратить на нагрев стекла при переходе к сухой полировке.

Процесс полировки считается законченным, когда при проверке на отражение электрической лампочкой не обнаруживаются следы ряби и «седины».

Устранение дефектов на поверхности стекла при его обработке

Все недочеты в процессе обработки стекла ведут к появлению главным образом двух видов пороков: матовости и царапин.

Матовость имеет несколько разновидностей (видов). В основном различают так называемую грубую шлифовочную и тонкую полировочную матовость.

Грубая шлифовочная матовость — явление неправильного ведения процесса на грубой шлифовке. Полировочная матовость — явление неправильного ведения процесса на тонкой шлифовке и на полировке.

Одной из разновидностей «полировочной матовости» является так называемая «седина» на поверхности стекла. Главным образом получается «седина» от недополировки поверхности стекла.

Во время тонкой шлифовки, когда происходит процесс сглаживания нанесенных сколов, таковые остаются на поверхности

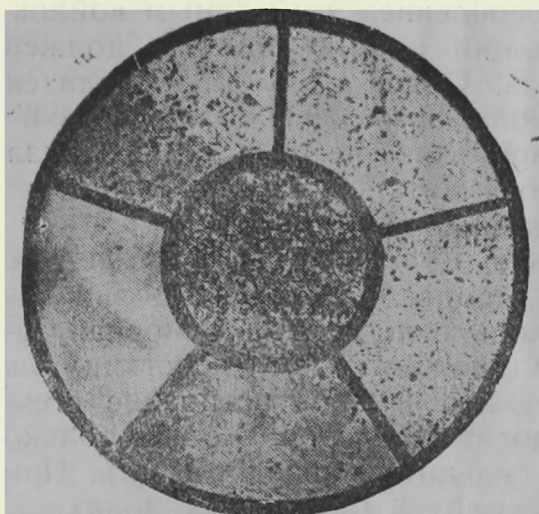


Рис. 64. Полировка стекла (секторами)

в виде ямок. Во время последующей полировки происходит частичное истирание стекла на поверхности, и ямки эти постепенно уменьшаются. Если полировку не довести до состояния, когда все ямки будут срезаны, т. е. если полировать поверхность не до самого дна ямок, то в том месте, где таковые остались, получается как бы «седое» стекло. «Седина» — явление, вызванное рассеянным от ямок светом. Очень часто многие зеркальщики оставляют «седину» на поверхности стекла, что для целей серебрения абсолютно не допустимо.

На рис. 64 показаны результаты полировки стекла в зависимости от времени. В центре поверхность отшлифована (40'). Из микрофотографии видно, что поверхность отшлифована равномерно. В первом секторе показан результат полировки после пяти секунд. Во втором секторе — результат полировки после десяти секунд. В третьем секторе — результат полировки после 120 секунд. Далее следует результат полировки после 300 секунд и в последнем, пятом, секторе — результат полировки 1800 секунд (1½ часа).

Как видно из рис. 64, ямки постепенно в результате уменьшаются и в пятом секторе, несмотря на получасовую полировку, они еще сильно заметны. Если их оставить в таком виде, то стекло получится с «сединой». Для избежания этого явления поверхность стекла должна полироваться до самого дна этих ямок, пока они не исчезнут совершенно.

Причин образования матовости, как грубой шлифовочной, так и тонкой полировочной, много. Главным образом резкая матовость образуется на поверхности стекла по следующим причинам:

1. При ведении процесса неоднородным по своему составу (крупности зерна) корундовым порошком наносятся крупные сколы (каверны), которые не могут быть в дальнейшем заглажены тонкой шлифовкой.

2. Большой разрыв в гранулометрическом составе между отдельными фракциями.

Часто практикуется, например, после (5') сразу шлифовка (30'). Такой разрыв между фракциями корундовых порошков может также повести к образованию матовости.

3. Преувеличенное воздействие крупных фракций абразивного материала ведет к образованию грубой шлифовочной матовости.

4. При небрежной промывке по окончании тонкой шлифовки.

5. При получении «зажегов» на стекле и их неудаении во время шлифовки.

6. При плохой промывке и очистке войлока.

7. При наличии в крокусе или мумии кварцевых зерен или других вредных примесей.

8. В процессе сухой полировки образовывается твердая корка, состоящая из спекшегося полирующего материала и истертых частиц стекла. Корка эта, если во время таковую не удалить из войлока, может нанести царапины и повреждения.

Для устранения всех указанных выше причин, могущих вызвать образование матовости на поверхности стекла, необходимы следующие мероприятия:

1. Тщательно контролировать как поступающие с завода классифицированные минутники, так и отмучиваемые (отработанные) на фабрике на однородность состава (гранулометрический. Состав минутников определяется по методу Сабанина).

2. Не допускать большого разрыва в гранулометрическом составе между отдельными фракциями, придерживаясь в основном следующих номеров минутников и последовательности в обработке ими: 5', 15', 30', 60' — для шлифовки стекла с малой полосностью; 30' и 60' — для исправления дефектов, сколов и царапин на полированном стекле.

3. Избегать шлифовать стекла с сильно выраженной полосностью, вследствие чего не будет надобности в преувеличенном против нормального воздействию крупных фракций абразивного материала.

4. После окончательной шлифовки стекло должно промываться в специальном окаренке горячей водой. Перед началом полировки поверхность стекла еще раз протирается влажной тряпкой, этим самым снимая (смывая) тончайший слой корундовой пыли.

5. Если случайно стекло на шлифовке перегрелось и образовался «зажег», то его следует снова шлифовать тончайшими минутниками.

6. Войлок следует перед употреблением несколько раз промывать в горячей воде.

7. Крокус или мумия должны быть исследованы в лаборатории качественно (на содержание кварцевых зерен) и количественно (на содержание полоторных окислов $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$).

8. В процессе полировки должна быть устранена возможность образования твердой корки, вызывающей повреждение поверхностного слоя.

Второй не менее частый порок на поверхности стекла — это механические повреждения, главным образом в виде отдельных царапин.

Царапины также бывают нескольких видов:

1. Глубокие царапины, грубо выломанные на поверхности стекла. Характер этого вида царапин ясен из микрофотоснимка

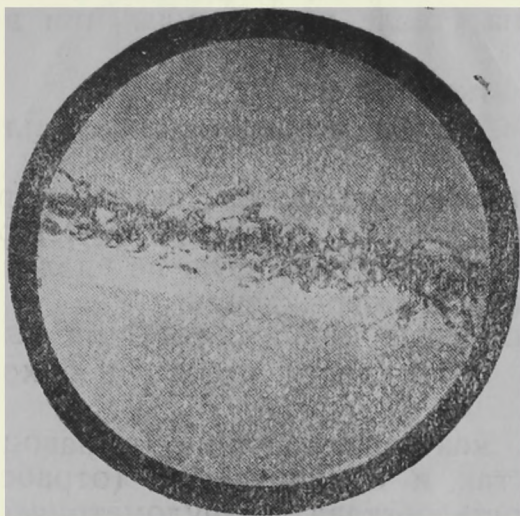


Рис. 65. Грубо выломанная на поверхности стекла царапина

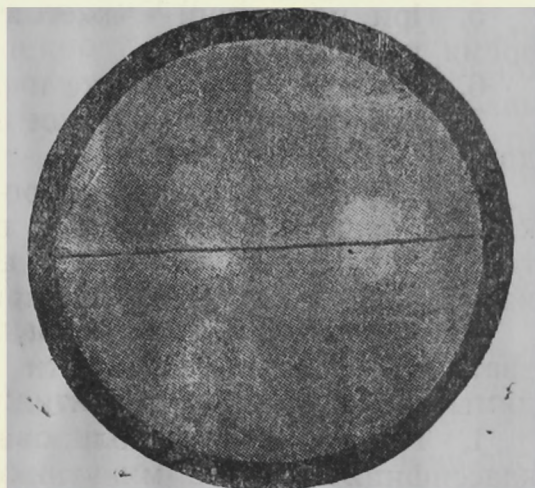


Рис. 66. Волосая царапина (штрих)

рис. 65 (увеличение в 50 раз). Получаются эти царапины при случайном падении отдельных крупных зерен абразивного материала в момент окончания тонкой шлифовки (дистировки) или при полировке. Избежать царапин можно при тщательной промывке станков и приспособлений и при ведении всего процесса обработки в условиях идеальной чистоты.

2. Вторым видом царапин являются так называемые волосяные царапины на полированном стекле. Эти царапины являются едва заметными штрихами на готовом, уже отполированном стекле. На микрофотоснимке 66 (увеличение в 230 раз) виден характер этой царапины.

Зеркальщики относятся снисходительно к этому виду царапин, считая, что таковых избежать в процессе полировки невозможно. Это верно только в той части, что получить поверхность отполированного стекла без единой волосяной царапины трудно, однако против сплошных волосяных царапин следует принимать меры. Волосяные царапины в большом количестве являются, безусловно, пороком, не допустимым для доброкачественной зеркальной поверхности. Избежать их появления можно путем принятия ряда профилактических мер, о которых упоминалось выше.

3. Третьей разновидностью царапин являются так называемые «трещинки».

Трещинки эти появляются на поверхности стекла главным образом во время шлифовки, под влиянием местного перегрева, во время образования «зажега». Трещинки, если они очень малы, способны затягиваться. По предположениям английского исследователя Дж. Френча, трещинки эти способны «заживать», если ширина их не превышает $1/800$ мм. Те из «трещинок», которые не заживают, имеют тенденцию к раскрытию, особенно

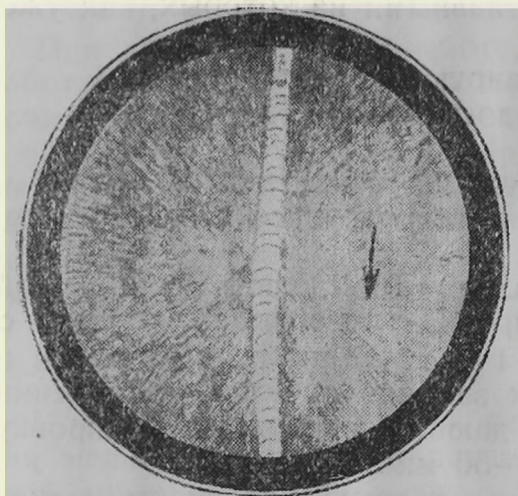


Рис. 67. Трещина от действия долота

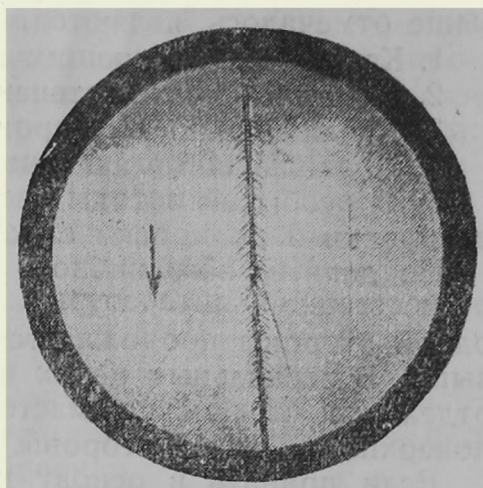


Рис. 67а. Трещинка от действия ножа

при последующем перегреве стекла. В дальнейшем они могут повести к растрескиванию (расщеплению) стекла.

Характер этого вида царапин виден на фотоснимках (67 и 67а, увеличение в 42 раза). Трещинки были получены путем проведения острием ножа и от действия долота на поверхность стекла. Поэтому при шлифовке с применением метода подсушивания следует быть и с этой стороны чрезвычайно осторожным. Совершенно не заметная на глаз «трещинка» может в дальнейшем на полировке повести к растрескиванию всего стекла.

Как уже выше отмечалось, избежать вредного влияния местных перегревов, а следовательно, и образования «трещинок» при этом можно только путем выравнивания температуры по всей поверхности стекла при помощи добавления небольших порций воды.

Время при шлифовке с той или иной фракцией корундовых порошков устанавливается каждый раз в зависимости от полостности стекла.

При этом ориентировочно следует придерживаться следующего режима во времени:

При слабой полосности

5 — 10—15 минут
16 — 8—10 „
30 — 8—10 „
60 — 10—15 „

35—50 минут

При средней полосности

5 — 15—20 минут
15 — 10—12 „
30 — 10—12 „
60 — 10—15 „

45—60 минут

Производительность станков типа «Ш-1»

Производительность шлифовально-полировальных станков зависит от очень многих причин, главными из которых, как уже выше отмечалось, являются:

1. Качество шлифующих и полирующих материалов.
2. Качество стекла (степень полосности).
3. Квалификация мастеров.
4. Правильная организация труда на этих станках.
5. Способы и методы ведения технологического процесса, шлифовки и полировки стекла.

По данным заграничной (Дралле, том II, часть II) и нашей отечественной литературы, полировка поверхности стекла с одной стороны продолжается от 1 часа 20 минут до 2 часов и выше. В зеркальных цехах наших заводов имеются достижения отдельных стахановцев-мастеров, дающих рекордную полировку поверхности одной стороны в 45—50 минут.

Если принять в основу расчета среднюю полосность стекла и среднее качество шлифующих и полирующих материалов, то при правильной организации труда можно легко добиться полировки поверхности одной стороны стекла в 1 час.

Время на вспомогательные операции на шлифовальном станке, как-то: 1) укладка стекла на стол, 2) промывка стекла после шлифовки каждой фракцией, 3) опускание ферассы, 4) подъем ферассы, 5) выемка стекла, 6) переворачивание стекла на другую сторону, 7) очистка каблучков ферассы обычно занимает не менее 20 проц. общего времени обработки стекла.

Такое же количество времени занимают вспомогательные операции на полировальном станке, которые состоят из: 1) промывки войлока полировального приспособления и его очистки, 2) опускания полировального приспособления, 3) переворачивания стекла на другую сторону, 4) выемки стекла, 5) набивки новых войлоков на вращающиеся диски.

При правильной расстановке рабочей силы время на все эти вспомогательные операции может быть сведено до минимума: до 8—10 проц. общего времени обработки.

Вся эта работа должна быть проделана с помощью подсобного рабочего.

Набивку войлока на диски следует производить заранее, в нерабочее время, с тем, чтобы в момент износа полировальника таковой был заменен новым диском без длительного останова станка. Прочистку полировальников щетками также следует

производить в нерабочее время, если станок работает не круглые сутки.

Полезная площадь стола имеет $1550 \times 650 = 1 \text{ м}^2$ (под полезной площадью разумеется площадь, которая может быть полностью обработана).

Если считать при этом бой и брак во время обработки равным 10 проц., то общий выход продукции в смену на полировочном станке при двухсторонней обработке стекла выразится в

$$\frac{(1550 \times 650) \cdot 7}{2} = 3,15 \text{ м}^2.$$

При круглосуточной работе, таким образом, количество обработанного с двух сторон стекла равно около 9 м^2 на полировочный станок. Разумеется, эта производительность относится к полной обработке стекла. При исправлении дефектов, как-то: заполировка, матовости, удаление царапин, сколов, сильного загара, производительность может быть в зависимости от степени порочности стекла достигнута разная и намного выше указанной.

ПОДГОТОВКА СТЕКЛА К СЕРЕБРЕНИЮ

Подготовка стекла к серебрению заключается: 1) в исправлении мелких дефектов на поверхности стекла и 2) в освежении этой поверхности перед самым серебрением.

В процессе прохождения стекла по стадиям фацетировки поверхность стекла очень часто подвергается механическому повреждению в виде мелких и глубоких царапин. Зеркало с такими царапинами является недоброкачественным, а поэтому, как правило, перед серебрением стекло должно пройти соответствующую подготовку. Стекло со следами глубоких повреждений (царапин) должно передаваться в ремонтный цех. Следует категорически запрещать практикующееся еще и до сих пор средство разгонки царапин (выполировка их) на войлочной шайбе (так называемый гриб). Шайба эта — деревянный диск, обитый войлоком, с полуovalными краями. Выполировывая глубокую царапину на такой шайбе, мастер при этом наносит не меньший, а даже больший вред будущему зеркалу.

В месте заполировки царапины всегда получается вогнутая сфера, так называемая «яма», искажающая изображение поставленного перед зеркалом предмета. Дефект этот трудно обнаружить сразу неопытному глазу, особенно на близком от себя расстоянии. Мастера-зеркальщики прекрасно знают, что они этим портят зеркало, но все же практикуют это, выпуская на рынок в несколько завуалированном виде явный брак. Исправить зеркало с глубокими царапинами на зеркальных фабриках не было технической возможности. На маленьких полировальных машинах (вертушки) чрезвычайно трудно, а подчас и невозможно заполировывать слишком глубокие повреждения по-

верхностного слоя стекла (царапины, сколы). (Ниже, в главе «Ремонт зеркал» нами будет подробно освещен этот вопрос).

Дефекты в виде неглубоких царапин, легкого загара, легкой полировочной матовости исправляются на маленьких настольных полировальных машинках (вертушках) (рис. 68).

Для крупных размеров стекол применяют несколько иной конструкции полировальные машинки (станок), работающие по тому же принципу (рис. 69), но дающие возможность полиро-

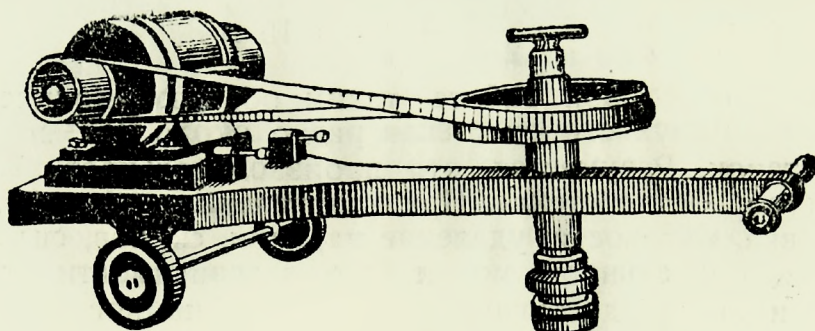


Рис. 68. Полировочная машинка „вертушка“

вальником охватить большие поверхности стекол. Мотор такой полировальной машинки монтируется на стене (на маленькой полировальной вертушке мотор монтируется на самой тележке машинки). Как для той, так и для другой достаточен мотор в $1\frac{1}{2}$ л. с.

Интенсивные налеты, крупная полировочная матовость, царапины средней глубины на таких машинках устранять почти не удается. Для устранения этих дефектов рекомендуем устанавливать в полировочном цехе еще и полировальные машины «Ш-1» (рис. 61). На этих машинах-автоматах сравнительно очень быстро возможно исправлять все эти дефекты. При этом следует помнить, что выработка матовости, царапин местами должна производиться при обязательном движении тележки. Можно стол (тележку) отрегулировать на все полотно стекла, но движение стола взад и вперед (возвратно-поступательное) обязательно. При выключении стола и полировкой на месте только вращением полировального приспособления получается перегрев, ведущий к растрескиванию стекла.

Второй задачей подготовки стекла к серебрению является освежение или обновление стекла. Независимо от того, есть ли механические повреждения или налеты на поверхности стекла или их нет, таковое перед самым началом серебрения необходимо освежать. Обновление поверхности стекла заключается в прополировке его слабым раствором крокуса или мумии, не допуская при этом большого нагрева стекла.

Такое обновление поверхности способствует равномерному оседанию металлического слоя серебра. По исследованиям ака-

демика Гребенщикова, на поверхности стекла образовывается всегда пленка коллоидной кремневой кислоты, не растворимая в воде и устойчивая по отношению к кислотам и слабым щелочам. Толщина пленки чрезвычайно мала и не поддается измерению простыми приборами и приемами.

Путем полировки крокусом или мумией с поверхности стекла срывают старые коллоидные пленки, а затем действием воды путем обмывания их создают таковые вновь. Новая коллоидная

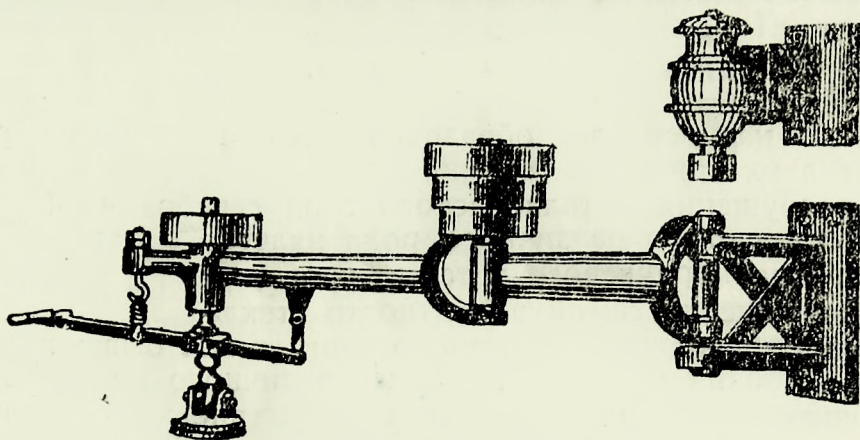


Рис. 69. Полировочная машинка (станок)

пленка, не успевшая еще адсорбировать (собрать) на себе случайно попавших веществ, будет однородна по всей своей поверхности. Поэтому вновь обновленная поверхность стекла будет обладать одинаковой активностью во всех своих точках. Чем однородней поверхностная пленка стекла, тем равномернее идет осаждение на этой поверхности металлического слоя серебра и тем лучше получается зеркало.

Вот почему будет произведена совершенно напрасная и бесполезная работа, если после полировки стекло сразу не пойдет под серебрение, а будет залеживаться в полировочном цехе.

Обычно на зеркальных фабриках этому вопросу чрезвычайно мало уделяется внимания. Между тем грамотное разрешение вопроса о своевременной полировке и подводке стекла является решающим фактором доброкачества зеркала.

При правильном потоке в производстве операции исправления дефектов полировкой поверхности стекла и обновления таковой возможно совместить. При этом обязательно условие: тут же после полировки поверхности стекла таковое передавать в серебрильный цех для наведения зеркал. Предварительно стекло должно быть тщательно промыто от полирующего материала. Во время процесса полировки должны быть соблюдены следующие условия:

1. Помещение полировки должно быть чистым от пыли, для чего необходимо хорошо вентилировать и, увлажняя, подметать пол и стены.

2. Войлок, крокус или мумия должны тщательно охраняться от попадания в них каких-либо посторонних примесей. Для этого лучше заранее приготавливать раствор и держать его в закрытой банке даже во время работы.

3. Полировальник (войлок) во время прекращения работы лучше всего обматывать холстинкой.

4. Прежде чем приступить к полировке, войлок и стекло должны быть тщательно промыты.

РЕМОНТ ЗЕРКАЛА

Дефекты на зеркале образуются главным образом вследствие двух причин:

1) от разрушения металлического слоя серебра и образования вследствие этого различного рода налетов с оттенками от темносерого до коричневого и темнубурого,

2) от разрушения самой поверхности стекла.

Эти повреждения поверхностного слоя стекла бывают в виде мелких и глубоких царапин и в виде различного рода налетов, возникающих на поверхности стекла вследствие химической нестойкости такового (стекла с большим содержанием щелочей).

В первом случае весь ремонт заключается в удалении поврежденного слоя серебра и наведении нового. Предварительно до серебрения стекло проходит все описанные выше операции и подготовки (прополировки). Иногда бывает, что в готовых посеребренных зеркалах попадают небольшие поврежденные участки: серебро местами стирается, тускнеет. Такие поврежденные места в зеркале рекомендуется исправлять следующим образом: с поврежденного места удаляют (соскабливают) все серебро и тщательно очищают, промывая его несколько раз спиртом. После этого производят серебрение обычным способом (рецептуру серебрения для исправления поврежденных мест смотри ниже — отдел серебрения стекла). При осторожном и аккуратном выполнении этих работ никаких выделяющихся участков на зеркале не будет.

Если зеркало имеет механические повреждения, то после удаления слоя серебра стекло после соответствующего просмотра направляется на обработку. При глубоких повреждениях поверхностного слоя стекла такое должно быть направлено для соответствующей обработки на станки «Ш-1». При этом в зависимости от характера повреждения определяется и характер ремонта. Если на поверхности стекла нанесены сколы, чрезвычайно глубокие царапины, выветрившиеся места и т. п., то процесс обработки такого стекла нужно начинать шлифовкой всего полотна стекла. При этом, опять-таки в зависимости от глубины этих повреждений, начинают или с (30') или с (60') минутника. Более крупные номера при ремонте зеркал употреблять можно при следующих обстоятельствах:

1) когда зеркало сделано не из зеркального стекла, а из толстого стекла Фурко, вследствие чего на поверхности стекла имеется полосность, искажающая изображение видимого в зеркале предмета;

2) когда сколы (каверны) или царапины на поверхности стекла достигают по глубине 0,2 мм. В этих случаях шлифовку следует начинать с (5') минутника, последовательно шлифуя всеми остальными фракциями (15', 30', 60').

Для точного определения глубины сколов и царапин можно пользоваться прибором, описанным нами выше. Проведя прибором (рис. 30) по плоскости стекла, мы щупом (5) измеряем глубину поврежденных участков. При сравнительно неглубоких царапинах и сколах — от 0,01 до 0,05 мм — можно применять шлифовку очень тонким корундовым порошком (минутником), т. е. (60').

При более глубоких повреждениях на поверхности стекла от 0,05 до 0,1 мм следует уже шлифовку начинать с (30'). В каждом отдельном случае возможны отклонения от указанного, и это должно решаться высококвалифицированным мастером. Иногда при глубине царапин в 0,01 мм и даже выше, если только эти царапины находятся в небольшом количестве на неотвечественных участках, шлифовку следует заменять полировкой на станке «Ш-1».

Мелкие царапины (неглубокие), легкий загар заполировываются полировочными машинками (рис. 68 и 69).

На крупных зеркальных фабриках ремонтный цех должен состоять из двух основных отделений: 1) травильного отделения и 2) отделения обработки стекла.

Травильное отделение должно быть совершенно изолировано. Помещение, где оно помещено, должно хорошо вентилироваться. Пол травильного отделения должен быть цементирован, с уложенной поверх деревянной обрешеткой. Ванны для кислот должны быть внутри обиты листовым свинцом. От этих ванн должны быть сделаны стоки для удаления кислоты. Эти кислоты содержат растворенное металлическое серебро, которое следует регенерировать (обратно возвратить).

Отделение для обработки стекла должно иметь следующее оборудование:

- 1) Шлифовальный станок «Ш-1».
- 2) Полировальный станок «Ш-1».
- 3) Полировочные машинки «вертушки».
- 4) Полировочный станок.

На небольших зеркальных фабриках при недостатке в площади можно ограничиться только травильным отделением. Обработку стекла после снятия слоя серебра можно производить в полировочном цехе фабрики, где все перечисленное оборудование должно быть в наличии.

СЕРЕБРЕНИЕ СТЕКЛА

ГЛАВНЕЙШИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ СЕРЕБРЕНИЯ

На зеркальных фабриках подводный цех, где производится серебрение зеркал, является сердцем всей фабрики. При плохой работе подводного цеха не может быть выпущено из производства ни одного зеркала.

Если в момент выпуска на зеркале не замечают никаких дефектов от серебрения, то это — лишь явление кажущееся. При неуверенной работе цеха серебрения, при неувязке его работы с химической лабораторией нет гарантий, что зеркало выпущено доброкачественным.

Через несколько месяцев, недель, а иногда даже и дней на зеркале вдруг появляются пятна различных оттенков, начиная светлосерыми, с темными точками посредине, и кончая темно-бурыми сплошными полосами, идущими вдоль всей поверхности зеркала.

Эти пороки, появившиеся на поверхности зеркала, свидетельствуют, что на поверхности стекла, где осел металлический слой серебра, произошли химические реакции между серебром и химическими веществами, случайно туда попавшими.

Происшедшие изменения с металлическим серебром есть результат или проникновения через защитный (покровный) слой влаги и воздуха, или попадания в химические растворы вредных примесей в виде серы и хлора. С хлором серебро соединяется, образуя хлористое серебро (AgCl) в виде светлосерых пятен. С серой и кислородом воздуха и воды серебро также жадно соединяется, образуя сернистое серебро и окись серебра в виде бурых и темнокоричневых пятен. Реакция образования этих новых веществ и, следовательно, разрушения металлического слоя серебра может иногда происходить не моментально, а через определенный, иногда довольно длительный период времени.

Очень часто мы наблюдаем, как массовый брак (порча) зеркал происходит уже или на складах в потребительской сети

или, еще хуже, у потребителя, т. е. через два-три месяца после выхода продукции с производства. Поэтому качество химических веществ, применяемых при серебрении, является одним из решающих факторов в деле выпуска доброкачественного зеркала.

Практика многих лет работы в области серебрения разработала различные способы и рецепты, которыми пользуются все зеркальные фабрики. К сожалению, до сих пор научное обоснование этих методов и способов серебрения отсутствует. Однако грамотное пользование рецептурой немыслимо без знания основ химии и в первую очередь элементарных сведений о химических веществах, применяемых в процессе серебрения. Размеры пособия не позволяют подробно остановиться на каждой составной части химических веществ, применяемых в процессе серебрения, поэтому мы ограничимся только краткой характеристикой таковых.

Азотно-серебряная соль (азотно-кислое серебро или ляпис, химическая формула AgNO_3).

Азотно-кислое серебро образуется при растворении металлического серебра в азотной кислоте средней крепости. Из этого раствора оно кристаллизуется в виде белых пластинчатых кристаллов; молекулярный вес азотно-кислого серебра — 169,9, содержит 63,5 проц. серебра. Плавится азотно-серебряная соль при 200° . В воде легко растворяется: одна часть воды растворяет 2 части азотно-кислого серебра. Из нейтральных растворов аммиак осаждает окись серебра Ag_2O . В избытке реактива окись серебра растворяется снова с образованием двойной соли. Из кислого раствора такого выпадения от аммиака не происходит, так как немедленно образовывается двойная соль. Азотно-кислое серебро оставляет на коже черные, продолжительное время не смывающиеся пятна. Для серебрения применяется только химически чистое азотно-кислое серебро. О содержании примесей можно судить по растворению ляписа в воде; при отсутствии примесей таковой должен полностью растворяться в воде.

Если для приготовления азотно-кислого серебра взято техническое серебро, содержащее медь, то раствор серебра в азотной кислоте выпаривают досуха и нагревают до 250° , пока азотно-кислая медь не разложится. При этой температуре азотно-кислое серебро не разлагается, и после охлаждения путем растворения в воде можно его отделить от окиси меди. В присутствии органических соединений на свету азотно-кислое серебро разлагается, поэтому его следует хранить в хорошо закупоренной темной, обычно желтого цвета, банке.

Аммиак (химическая формула NH_3).

Аммиак представляет собой бесцветный газ, обладающий сильным характерным запахом. Получается аммиак при накаливании каменного угля в особо устроенных печах без доступа

воздуха (сухая перегонка углей), а также путем утилизации азота из воздуха (фиксация азота).

В воде аммиак легко растворим. Водный раствор его известен под названием нашатырного спирта NH_4OH . В продажу он поступает различной концентрации, в зависимости от удельного веса, так называемый одинарный десятипроцентной концентрации — удельный вес — 0,960; двойной 25-процентной концентрации — удельный вес — 0,910 и тройной 32-процентной концентрации, с удельным весом в 0,890. По степени чистоты различают желтый и бесцветный.

В зеркальном производстве употребляется бесцветный, двойной или тройной аммиак.

Аммиачные растворы имеют огромное значение благодаря легкой восстанавливаемости из них металлического серебра посредством всевозможных восстановителей (виноградного сахара, винной кислоты, сегнетовой соли и т. п.).

Аммоний азотно-кислый (химическая формула NH_4NO_3).

Применяется в некоторых рецептах для серебрения вместо нашатырного спирта. Эта соль получается при действии аммиака на азотную кислоту и всегда в большей или меньшей мере образуется в растворах азотной кислоты или ее солей с нашатырным спиртом ($\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{AgOH} + \text{NH}_4\text{NO}_3$).

Для определения пригодности азотно-кислого аммония для серебрения его испытывают на присутствие хлора и серной кислоты.

Испытание на хлор производят азотно-кислым серебром. При присутствии хлора таковой, соединившись с металлическим серебром, образует хлористое серебро (AgCl) в виде белого хлопковидного осадка при значительных количествах первого или в виде характерной белой мути при малейших следах хлора. Присутствие серной кислоты или ее солей определяется прибавлением хлористого бария ($\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$). Характерный осадок сернокислого бария служит доказательством присутствия серных соединений.

Едкий натрий (каустическая сода; химическая формула NaOH). Получается едкий натрий электролизом водного раствора хлористого натрия NaCl .

Для зеркального производства NaOH следует покупать химически чистый. В техническом едком натре содержатся всегда примеси соды, хлористого натрия и других веществ, которые в дальнейшем, разрушая металлическое серебро, ведут к образованию массовой порчи зеркал.

Едкий натрий можно приготовить и на зеркальных фабриках из соды и гашеной извести ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$).

Для этого в железный котел при кипячении засыпают соды и гашеной извести из расчета на 1 кг соды 0,75 кг извести. Во-

ды следует брать на 1 кг соды, примерно, 9—10 л., так, чтобы раствор не содержал более 10 проц. едкого натра (по удельному весу 1,11).

Конец реакции определяется посредством приливания к прозрачной пробе растворов разведенной кислоты. Если шипения не происходит, то в растворе уже нет соды. Слив раствор, его выпаривают и получают твердый едкий натрий. В осадке остается углекислый кальций, который не растворим в воде.

Для получения химически чистого натра из технического едкий натрий растворяют в спирте, затем отгоняют и плавят. Хранить едкий натр нужно в герметически закрытой стеклянной посуде, так как на воздухе он жадно вбирает влагу и углекислоту, превращаясь в углекислый натрий и воду ($2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$).

Для определения чистоты едкого натра его растворяют в воде, в которой он должен растворяться полностью. При приливании к раствору кислоты не должны происходить выделения пузырьков и шипение, свидетельствующие о наличии углекислоты. При долгом хранении в недостаточно герметичной (неплотно закупоренной) посуде едкий натрий поглощает много углекислоты. По внешнему виду поверхность едкого натра делается белой и рыхлой. Такой едкий натрий в кусках предварительно ополаскивают два-три раза водой, высушивают на плите и растворяют, после чего кислотой пробуют на присутствие углекислоты. Пробу на присутствие хлора в едком натре производят азотно-кислым серебром. Характерный белый (творожистый) осадок хлористого серебра (AgCl) свидетельствует о присутствии в растворе хлора ($\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$).

Едкий натрий разъедает кожу, а поэтому обращаться с ним следует осторожно.

В промышленности едкий натрий играет чрезвычайно большую роль, применяется в очень больших количествах в мыловаренном, писчебумажном производствах, при фабрикации искусственного шелка (вискозы) и т. п.

В зеркальном производстве при серебрении входит одной из важных составных частей рецептуры.

Едкий калий (химическая формула — KOH).

Едкий калий по своим химическим свойствам аналогичен едкому натру. Так же, как и первый, едкий калий может быть получен электролизом из водного раствора хлористого калия (KCl). Так же, как и едкий натрий, едкий калий может быть получен путем кипячения водного раствора поташа (K_2CO_3) с гашеной известью (Ca(OH)_2) в железном котле ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 = 2\text{KOH} + \text{CaCO}_3$).

После того, как известь осядет на дно, раствор сливается и выпаривается. Предварительно раствор следует пробовать кислотой. Обращаться следует с едким калием еще с большей предосторожностью.

сторожностью, чем с едким натром, так как первый более энергично соединяется с влагой и углекислотой.

В зеркальном производстве едкий калий применяют при серебрении в некоторых рецептах вместо едкого натра, однако, он дороже последнего. Без особой надобности не следует применять рецепты с введением едкого калия по следующим причинам: в растворе с азотно-кислым серебром и нашатырным спиртом едкий калий имеет большую склонность к взрывам, чем едкий натрий. Достаточно не так скоро прилить восстановитель или вести реакции в очень концентрированных растворах, как взрыв неминуем. Поэтому раствор едкого калия следует смешивать с раствором азотно-кислого серебра перед самым серебрением и тотчас же влить восстановитель. Приливание восстановителя в скором времени после составления серебряного раствора заставляет выделяться металлическое серебро и тем самым не дает реакции идти в нежелательном направлении.

Лучше всего, однако, не применять рецепты с содержанием едкого калия.

Азотная кислота (химическая формула HNO_3).

Азотная кислота является одним из важнейших химических продуктов из всех соединений азота. В промышленности азотную кислоту раньше получали из чилийской селитры (NaNO_3). В настоящее время она в большинстве своем получается путем окисления аммиака (NH_3) в окись азота (NO) и затем двуокись азота (NO_2), которая при растворении образует азотную кислоту и азотистую ($2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$).

Химически чистая азотная кислота — бесцветная жидкость.

В продаже она бывает различного удельного веса.

Удельный вес	1,15—24,8 проц.	в градусах по Вё	—18,8°
„ „	1,20—32,0 проц.	„ „	—24,0°
„ „	1,30—47,5 проц.	„ „	—33,3°
„ „	1,40—65,3 проц.	„ „	—41,2°
„ „	1,50—94,0 проц.	„ „	—48,1°
„ „	1,52—99,7 проц.	„ „	—49,4°

В зеркальном производстве азотная кислота главным образом применяется для инверсии сахара (смотри ниже).

Для этих целей азотная кислота должна быть химически чистой.

Применяют еще и техническую азотную кислоту для растворения серебра и покровного слоя при ремонте зеркал.

Обращаться следует с азотной кислотой осторожно, так как, будучи концентрированной, она сильно разъедает кожу.

Серная кислота (химическая формула H_2SO_4).

В промышленности серная кислота получается из серного ангидрида (SO_3), который в свою очередь получается прямым соединением сернистого ангидрида (SO_2) с кислородом воздуха.

Сернистый ангидрид получается при сжигании серы в воздухе или в кислороде.

$(S + O_2 = SO_2; 2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3; SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ реакция обратима).

В производстве серный ангидрид растворяют не прямо в воде (растворение в воде не происходит), а в 96—98-процентной серной кислоте, которая поглощает SO_3 ; получается так называемый олеум — 100-процентная серная кислота. Разводя полученную серную кислоту соответствующим количеством воды, получают серную кислоту той или иной концентрации.

Крепость серной кислоты определяется по удельному весу или по ареометру Боме.

В зеркальном производстве наиболее употребительны 10-процентная серная кислота, применяемая для инверсии, и крепкая концентрированная. Удельный вес их соответственно будет:

10%	—	удельный вес	1,070	в	градусах	по	Боме	9,4°
30%	—	"	"	1,220	"	"	"	26°
95,6%	—	"	"	1,84	"	"	"	66° (65,9°)

Обращаться следует с серной кислотой крайне осторожно.

Нельзя в серную кислоту приливать воду, так как с водой серная кислота жадно соединяется, выделяя большое количество тепла. Всегда следует серную кислоту приливать в воду.

Крепкая серная кислота отнимает воду от органических веществ, обугливая их. Если серная кислота попадет на тело или материал, то тотчас же нужно потереть пораженное место сухой тряпкой и промыть раствором соды.

Серную кислоту всегда нужно испытать на содержание хлора. Для этого к серной кислоте, разбавленной водой, приливают растворы азотно-кислого серебра. По образованию творожистого осадка судят о содержании хлора в серной кислоте.

Соляная кислота (химическая формула HCl).

В практике хлористый водород или соляная кислота получается при действии крепкой серной кислоты на твердую поваренную соль ($NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$).

В зеркальном производстве соляная кислота применяется для растворения посеребренного слоя и защитного покровного слоя при ремонте зеркал. Для инверсии сахара соляная кислота не пригодна, так как примесь соляной кислоты или ее солей отрицательно влияет на серебрение.

Хлористое олово (химическая формула $SnCl_2$).

Хлористое олово получается растворением оловянных стружек в горячей крепкой соляной кислоте с последующей перекристаллизацией. Бесцветные призмы хлористого олова легко растворяются в воде. На воздухе хлористое олово легко окисляется и мутнеет. Хранить таковое нужно в склянке с притертой пробкой. Хлористое олово — сильный восстановитель. В зеркальном производстве при серебрении применяется еще для

промывки зеркал перед самым серебрением (по наиболее распространенному в настоящее время рецепту), так как хлористое олово обладает еще сильной адсорбционной способностью.

Поверхность стекла, промытая слабым раствором хлористого олова, адсорбирует более плотный слой металлического серебра при серебрении, чем без применения такового.

Раствор хлористого олова для промывки применяется чрезвычайно слабый (сильно разбавленный водой), примерно, 1 : 400 или 1 : 500.

Иногда хлористое олово встречается в продаже в виде водного раствора с кислотной реакцией. Для зеркального производства этот раствор не пригоден.

Для вышеописанных щелей в зеркальном производстве должно применяться только химически чистое хлористое олово.

Винно-каменная кислота (химическая формула $C_4H_6O_6$).

Винная кислота добывается из плодов и фруктов, в которых она встречается в свободном состоянии или в соединении с известью или калием. Химическим путем она добывается из винного камня в виде кислой калиевой соли ($C_4H_5O_6K$).

Соль эта при брожении виноградного сока выделяется из раствора образующегося спирта и оседает при хранении вина на стенках и дне бочек в форме серых или красных кристаллов (сырой винный камень). Для получения самой винной кислоты винный камень кипятят с разбавленной соляной кислотой и затем при прибавлении известкового молока осаждают виннокислый кальций ($CaC_4H_4O_6$). После промывания его разлагают эквивалентным количеством серной кислоты, причем гипс выделяется, а винная кислота переходит в раствор. Выпариванием этого раствора винная кислота получается в виде больших прозрачных кристаллов состава ($C_4H_6O_6$), т. е. без кристаллизационной воды. В продаже винная кислота большею частью бывает в виде твердых прозрачных кристаллов. Хорошо растворяется в воде и в спирте. Раствор ее должен быть прозрачным.

В зеркальном производстве при серебрении винная кислота употребляется во многих рецептах как восстановитель. Применяется винно-каменная кислота и для инверсии сахара.

Сегнетова соль (виннокислый калий — натрий, химическая формула — $KNaC_4H_4O_6$).

Сегнетова соль представляет собою двойную соль винно-натриевой и винно-калиевой солей. Приготавливается таковая из винного камня и соды. Раствор соды (Na_2CO_3) смешивают с винным камнем ($C_4H_5O_6K$) до тех пор, пока не выделится вся углекислота ($Na_2CO_3 + 2C_4H_5O_6K = 2C_4H_4O_6NaK + H_2CO_3$).

Раствор фильтруют, выпаривают на паровой бане, а затем оставляют для кристаллизации. Получаются большие прозрачные кристаллы ромбической формы.

Сегнетова соль растворяется легко в воде.

В зеркальном производстве очень часто находит себе применение как восстановитель при серебрении.

Ф ор м а л д е г и д (химическая формула $\text{H}\cdot\text{CHO}$).

Формалдегид иначе еще называется муравьиный альдегид. Слово альдегид составлено из $\text{Al}(\text{kohol})$ — dehydrogenatus (алкоголь, у которого отнят водород).

Муравьиный альдегид образуется при окислении метилового спирта, если пары его, смешанные с воздухом, пропускать через нагретую медную спираль. Образовавшийся при этом муравьиный альдегид поглощается водой, в которой он очень легко растворяется.

Формалдегид представляет собою бесцветный газ с удушливым запахом, раздражающим слизистую оболочку носа. Сорокапроцентный раствор формалдегида в воде известен под названием формалина, имеющего большое значение в технике. При серебрении формалин применяется как восстановитель (по некоторым рецептам).

Восстановление лучше идет при повышенной температуре — $35\text{--}40^\circ$. Раствор формалина берется 1-процентный.

Г л ю к о з а

(виноградный сахар — химическая формула $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$).

Виноградный сахар получается действием разбавленных кислот на крахмал, сахар и т. п. Встречается во многих растениях и фруктах.

Технически получают глюкозу кипячением 30 частей крахмала с 70 частями воды и 1 частью серной кислоты. Серную кислоту затем нейтрализуют мелом. Полученную сиропообразную жидкость для очистки обрабатывают метиловым спиртом. Чистая глюкоза образует белые кристаллические иглы. По вкусу глюкоза в $2\frac{1}{2}$ раза менее сладка, чем сахар. При обработке сахара кислотами также получается глюкоза (при инверсии сахара), которая и является восстановителем серебра из раствора азотно-кислого серебра. В зеркальном производстве таковая и применяется только как восстановитель.

Т р о с т н и к о в ы й с а х а р (сахароза — химическая формула: $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5 < \text{O} > \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5$).

Тростниковый сахар находится во многих растениях, плодах (в абрикосах, персиках, грушах, ананасах и др.). В технике его добывают главным образом из клубней сахарной свекловицы и из стеблей сахарного тростника. Тростниковый сахар — кристаллическое тело, легко растворимое в воде. Плавится он при 160° , застывая по охлаждению в аморфную стекловидную массу, которая через некоторое время опять становится кристаллической. При более сильном нагревании сахар буреет и превращается в карамель — смесь различных продуктов разложения.

Тростниковый сахар обладает сильной вращательной способностью ($(d)\text{D} + 66,5^\circ$). Это означает, что 100-процентный раствор сахара в трубке длиной в 100 мм вращает плоскость поля-

ризации на $66,5^\circ$ вправо: 1-процентный раствор дает поэтому вращение $0,665^\circ$.)

Примечание. Величиной вращения плоскости поляризации мы называем свойство различных веществ (скипидар, сахарный раствор) вращать плоскость проходящего через них поляризованного луча вправо или влево от ее первоначального положения. Соединения, обладающие этим свойством, называются лево- или правовращающими или вообще оптически активными. Для измерения угла вращения плоскости поляризации оптически активных соединений пользуются специальным прибором, так называемым поляриметром.

При гидролизе тростниковый сахар распадается на составные части: d -глюкозу и d -фруктозу. В то время как тростниковый сахар сильно вращает вправо, смесь полученных моноз (продуктов разложения) оказывается левовращающей, так как d -фруктоза вращает влево сильнее, чем такое же количество d -глюкозы, которая вращает вправо.

Таким образом, при гидролизе тростникового сахара изменяется направление вращения.

Вследствие изменения направления вращения на противоположное реакция называется инверсией, а продукт реакции называется инвертным сахаром. Естественный инвертный сахар — это мед. Инверсия сахара может быть произведена различными кислотами. Обычно на зеркальных фабриках пользуются для инверсии сахара азотной кислотой, иногда и серной.

Спирты. Применяются в зеркальном производстве спирты: метиловый (древесный, химическая формула — CH_3OH) и этиловый (химическая формула — $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

Метиловый спирт получается в больших количествах преимущественно при сухой перегонке дерева, в железных ретортах при медленном нагревании.

Этиловый спирт — обыкновенный продажный винный спирт. Получается винный спирт в больших количествах при брожении содержащих сахар жидкостей.

Получение его основано на том, что глюкоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) распадается под влиянием дрожжевых грибков на спирт и угольный ангидрид ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{O} + 2\text{CO}_2$).

В технике исходным материалом для получения этилового спирта служат материалы, богатые крахмалом ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$). Например, картофель, или зерно хлебных злаков.

В зеркальном производстве спирты употребляются для промывки зеркал и как растворители некоторых веществ (лаков), имеющих применение в производстве.

Этиловый спирт иногда добавляют в серебристую жидкость перед заливкой стекла для ускорения процесса серебрения и с целью получения лучших результатов.

РЕЦЕПТУРА СЕРЕБРЕНИЯ

В основном химический процесс серебрения сводится к восстановлению из щелочных растворов азотно-кислого серебра (ляписа) — металлического серебра, который плотным слоем оседает на поверхности стекла. Восстановители, применяемые при этом, имеют большое значение. Не меньшую роль при этом играют и те условия, при которых эти восстановители применяются, как-то: температура, крепость раствора, среда и т. п.

При действии одного и того же восстановителя, но при разных температурных условиях и при разной концентрации восстановителя можно получить совершенно разные результаты в резко выраженной форме.

Для более легкой восстанавливаемости употребляются всегда аммиачные растворы, обладающие чрезвычайно легкой восстанавливаемостью из них металлического серебра. Процесс серебрения при этом протекает с образованием гидрата окиси серебра (AgOH), который в избытке аммиака образует двойную комплексную соль ($\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$). Из этой комплексной соли и происходит восстановление металлического серебра.

До сих пор, однако, химизм реакций, происходящих при серебрении, мало изучен. Практика же давно разработала достаточное количество рецептов, вполне пригодных для серебрения стекла. Основные требования, которые при этом предъявляются к металлическому слою серебра при его восстановлении, это: 1) давать блестящий и плотный осадок и 2) плотно прилипать к стеклу.

Выбор того или иного рецепта зависит целиком от опыта мастера, который достаточно долго работал этим способом. Навык и опыт при пользовании тем или иным рецептом иногда играют решающую роль, а посему не следует увлекаться частым применением различных рецептов, если это не вызывается особой необходимостью.

Из наиболее часто встречающихся рецептов серебрения различают, в зависимости от применения восстановителя, следующие группы:

- 1) Рецепты с применением в качестве восстановителя инвертированного сахара
- 2) » » » » » » винно-кислый калий, натрий (сегнетова соль).
- 3) » » » » » » винно-каменной кислоты.
- 4) » » » » » » формальдегида.
- 5) Рецепты с применением различных других восстановителей, но имеющие свои характерные особенности.

Первая группа рецептов с применением восстановителя в виде инвертированного сахара-рафинада является наиболее распространенной. У нас, в СССР, почти все зеркальные фабрики пользуются ими. За границей также часто предпочитают эту группу рецептов другим.

Рецепт № 1

Приготавливают 4 раствора.

Раствор «А» — 100 г азотно-кислого серебра (AgNO_3) растворяют в 0,8 л дистиллированной воды. В этот раствор добавляется 0,2 л нашатырного спирта (NH_4OH) тройного.

Раствор «Б» — 100 г едкого натра (NaOH) растворяют в 2 л дистиллированной воды.

Раствор «В» — 40 г сахара-рафинада растворяют в 0,8 л дистиллированной воды. В этот раствор для инверсии сахара добавляют 1,5 см³ азотной кислоты (HNO_3), ранее разведенной.

Раствор «Г» — 3 г хлористого олова (SnCl_2) растворяют в 30 см³ дистиллированной воды. Образовавшийся 10-процентный раствор растворяют снова в воде, беря из рецепта 10 см³ на 2 л воды.

Примечание. На зеркальных фабриках обычно применяют большие объемы вышеописанных составов, однако с полным сохранением соотношения составных частей рецепта.

Перед серебрением стекло тщательно очищают. Сначала его чистят мелом или тонко смолотой пемзой для удаления жировых пятен. После этого поверхность стекла хорошо очищают губкой, промывают водой и заливают составом «Г» (хлористым оловом). Хлористое олово является здесь элементом, способствующим хорошему осаждению металлического серебра. Он обладает хорошей адсорбционной способностью и поэтому адсорбирует на поверхности стекла плотный слой металлического серебра.

Перед началом самого серебрения сливают растворы «А» и «Б» в следующих пропорциях: в 1,8 л дистиллированной воды сливают 75 см³ раствора «А» и 150 см³ раствора «Б», добавляют восстановитель (раствор «В») и быстро заливают поверхность стекла. Процесс серебрения длится 8—10 минут. После этого жидкость (остаток раствора) хорошо смывают и зеркало передается в сушилки.

Рецепт № 2

Приготавливают три раствора:

Раствор «А» — берут 100 г азотно-кислого серебра (AgNO_3) и растворяют в 250 см³ нашатырного спирта. После снова разбавляют 20 л дистиллированной воды.

Раствор «Б» — 100 г едкого натра растворяют в 1000 см³ дистиллированной воды.

Раствор «В» — в стеклянную колбу наливают 1000 см³ воды и 10 см³ 10-процентной серной кислоты (лучше инвертировать сахар азотной кислотой).

Прибавляют 100 г сахара-рафинада и кипятят. После этого жидкости дают остыть. Перед серебрением сливают растворы «А» и «Б», добавляют восстановитель, раствор «В» и производят серебрение.

Рецепт № 3 (E. D. Scharp Jlass. ind 1930, № 12).

Приготавливают три раствора:

Раствор «А» — 14 г азотно-кислого серебра растворяется в 1 л воды с прибавлением 35 см³ 10-процентного аммиака.

Раствор «Б» — 100 см³ едкого калия или едкого натрия, удельный вес 1,07, смешивают с 35 см³ 10-процентного аммиака и 900 см³ дистиллированной воды.

Раствор «В» — 50 г сахара-рафинада растворяют в 250 см³ кипящей воды, подкисленной 0,5 г концентрированной серной кислоты, подвергая раствор кипячению 10 минут. В раствор затем помещают 0,5 г углекислой извести для нейтрализации кислоты. Образовавшийся нерастворимый серноокислый кальций при охлаждении жидкости отфильтровывается. Раствор разбавляется до 3 л. При серебрении смешивают равные части растворов «А» и «Б», примерно, 500 см³, и к ним прибавляют раствор «В» непосредственно перед серебрением.

Рецепт № 4 (метод Фуко)

Приготавливают 3 раствора.

Раствор «А» — растворяют 14 г азотно-кислого серебра в 100 см³ дистиллированной воды и 20 г нашатырного спирта (NH₄OH).

Раствор «Б». Растворяют 6 г едкого натра (NaOH) в 12 см³ нашатырного спирта (удельный вес 0,063) и 800 см³ дистиллированной воды.

Раствор «В» — растворяют 5 г сахара-рафинада в 5 см³ дистиллированной воды. Прибавляют несколько капель азотной кислоты и кипятят в течение 10 минут. После кипячения раствор нейтрализуют, прибавляя по каплям раствор «Б», а затем прибавляют 50 см³ спирта и разбавляют дистиллированной водой до общего объема в 500 см³. До начала серебрения следует предварительно сделать пробу, какое количество раствора «В» нужно прибавить к раствору «А».

Рецепт № 5 (метод Колленбаха)

Приготавливают 3 раствора.

Раствор «А». Растворяют 10 г азотно-кислого серебра в 100 см³ воды.

Раствор «Б». Разбавляют 30 г насыщенного раствора едкого натра в 500 г воды.

Раствор «В». Кипятят 25 г сахара-рафинада с 200 г воды и 1 г азотной кислоты. После охлаждения смешивают с 50 г спирта и 300 см³ дистиллированной воды.

При употреблении смешивают 12 частей раствора «А» с 8 частями нашатырного спирта (удельный вес 0,984) и прибавляют 20 частей раствора «Б». Эту смесь разбавляют в 100 частях воды и оставляют в покое в течение 24 часов. При серебрении смешивают 30 частей этой смеси с 3 частями раствора «В».

Рецепт № 6 (метод К. Евдокимова)

Раствор «А». Растворяют 8,5 части азотно-кислого серебра в 660 частях дистиллированной воды, прибавляют 5,6 части нашатырного спирта (удельный вес 0,960) и 5,6 части едкого натра.

Раствор «Б». Растворяют 11,75 части сахара-рафинада в 90 частях дистиллированной воды, кипятят, прибавляя 22,5 части 90-процентного винного спирта, и доливают водой до 240 частей. При серебрении смешивают 12 частей раствора «А» с 1 частью раствора «Б».

Рецепт 7 (метод Бартона). Приготавливают 4 раствора.

Раствор «А». Растворяют 1,62 г азотно-кислого серебра в 31 см³ дистиллированной воды.

Раствор «Б». Растворяют 1,62 г едкого калия в 31 см³ дистиллированной воды.

Раствор «В». Берут 1 часть раствора «А» и 1 часть раствора «Б», смешивают и прибавляют по каплям нашатырного спирта до тех пор, пока не растворится осадок. После этого прибавляют еще раствора «А», чтобы обесцветить смесь.

Раствор «Г». 178 г сахара-рафинада растворяют в 620 см³ дистиллированной воды, прибавляют 7,2 г азотной кислоты и 310 г спирта. Разбавляют все это дистиллированной водой, чтобы общее количество довести до 2480 см³. При серебрении берут 31 см³ раствора «В» и 3,6 см³ раствора «Г».

Раствор «В» подвержен разложению, раствор же «Г» улучшается от долгого хранения.

Вторая группа рецептов с применением в качестве восстановителя сегнетовой соли (винно-кислый калий-натрий ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)) также довольно часто применяется на зеркальных фабриках).

Рецепт № 1 (применялся на Константиновском зеркальном заводе)

Приготавливают два раствора.

Раствор «А». На 500 см³ дистиллированной воды берут 800 г азотно-кислого серебра и добавляют 50 см³ очищенного нашатырного спирта. Раствор «Б». На 500 см³ дистиллированной воды берут 80 г сегнетовой соли.

Растворы «А» и «Б» предварительно фильтруют. При серебрении стекла на каждые 1000 см³ дистиллированной воды добавляют из раствора «А» и «Б» по 20 см³ и полученным раствором производят серебрение.

Рецепт № 2 (метод Михайловского)

Приготавливают два раствора.

Раствор «А». Растворяют 20 г азотно-кислого серебра в 480 см³ дистиллированной воды и прибавляют по каплям нашатырного спирта до тех пор, пока образовавшийся сначала осадок вновь не растворится и жидкость не сделается прозрачной. По-

сле этого прибавляют еще 3—5 г азотно-кислого серебра, чтобы жидкость помутнела, приливают 2400 см³ дистиллированной воды и фильтруют.

Раствор «Б». Растворяют 15 г сегнетовой соли (винно-кислый калий-натрий) в 2400 см³ дистиллированной воды, прибавляют раствор 12 г азотно-кислого серебра в 480 см³ дистиллированной воды, нагревают до кипения и фильтруют. Для серебрения берут равные части растворов «А» и «Б», хорошо смешивая их.

Рецепт № 3 (метод Генрихсона)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». Растворяют в 90 см³ кипящей дистиллированной воды 0,375 г сегнетовой соли и профильтровывают через бумажный фильтр. Отдельно растворяют 0,375 г азотно-кислого серебра в 30 г кипящей дистиллированной воды. Оба раствора сливают вместе в стеклянную колбу, нагревают до кипячения, фильтруют и прибавляют к жидкости дистиллированной воды с таким расчетом, чтобы получилось всего 120 см³ раствора. Раствор этот должен быть прозрачным и слегка желто-бурого цвета.

Раствор «Б». Растворяют 0,934 г азотно-кислого серебра в 30 см³ дистиллированной воды и прибавляют по каплям нашатырного спирта до образования мутносерого цвета.

Раствор фильтруют и прибавляют дистиллированной воды до общего количества 120 см³. При серебрении смешивают равные части растворов «А» и «Б».

Рецепт № 4 (метод Беггера)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». Растворяют 5 г азотно-кислого серебра в 40 см³ дистиллированной воды и вливают постепенно этот раствор в заготовленный сильно кипящий раствор из 3 г сегнетовой соли в 3 л воды. Кипение продолжают еще 10—15 минут, затем охлаждают и фильтруют.

Раствор «Б». Растворяют 7,125 г азотно-кислого серебра в 30 см³ воды, прибавляют по каплям нашатырного спирта до тех пор, пока образовавшаяся вначале муть не начнет снова исчезать. Затем прибавляют еще 375 см³ дистиллированной воды и фильтруют. При серебрении смешивают равные по объему части раствора «А» и «Б».

Метод Беггера рекомендуется применять при подвесном способе серебрения (см. ниже).

Третья группа рецептов, с применением в качестве восстановителя винно-каменной кислоты, применяется реже. При соответствующем опыте и навыке эта рецептура дает очень неплохие результаты.

Рецепт № 1

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». 100 г азотно-кислого серебра растворяют в 62 г аммиака. К раствору прибавляют дистиллированной воды и фильтруют.

Раствор «Б». Приготавливают раствор в 7,5 г винно-каменной кислоты в 30 см³ дистиллированной воды.

К раствору «А» по каплям, непрерывно взбалтывая, прибавляют раствор «Б». Через 7—8 минут после наливания раствора на стекло появляется зеркало.

Рецепт № 2 (метод Брозета)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». Растворяют 100 г азотно-кислого серебра в 60 г нашатырного спирта (удельный вес 0,87—0,88) в 0,5 л дистиллированной воды и фильтруют.

Раствор «Б». Растворяют 7,5 г винно-каменной кислоты в 30 см³ дистиллированной воды.

До употребления к раствору «А» прибавляется по каплям раствор «Б» и взбалтывается. Затем полученная жидкость немедленно наливается на поверхность стекла и оставляется на ней 15 минут. По истечении этого срока жидкость с поверхности стекла удаляют. После этого стекло промывают дистиллированной водой и заливают вторично серебряной жидкостью, которая, в отличие от первой, содержит двойное количество виннокаменной кислоты. Эту жидкость оставляют на стекле 25 минут, после чего зеркало тщательно промывается дистиллированной водой.

Четвертая группа рецептов с применением формальдегида в качестве восстановителя представляет большой интерес.

Очень часто при этом пользуются 40-процентным раствором формальдегида — формалином.

Рецепт № 1 (метод братьев Люмвер)

Приготавливают два раствора.

Раствор «А». Растворяют 1,6 г азотно-кислого серебра в 30 см³ дистиллированной воды и прибавляют по каплям нашатырного спирта до тех пор, пока образовавшийся сначала осадок снова не растворится. После этого в раствор вливают 100 см³ дистиллированной воды.

Раствор «Б». Приготавливают 5 см³ обыкновенного продажного формалина (40-процентного) (НСНО).

В раствор «Б» вливают приготовленный раствор «А» и выливают быстро обратно в первый сосуд, после этого производят серебрение. Смешивание растворов и выливание на стекло должно производиться возможно быстрее, так как весь процесс длится несколько минут — от 2 до 3.

По окончании серебрения зеркало тщательно промывают сперва проточной водой, а затем дистиллированной.

Рецепт № 2 (метод Эдэля)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». К 100 см³ 10-процентного раствора азотно-кислого серебра прибавляют по каплям аммиак до тех пор, пока

образовавшийся вновь осадок не растворится, и разбавляют смесь водою до получения 1 л.

Раствор «Б». Приготавливают 10-процентный раствор формалдегида. При серебрении смешивают две части (по объему раствора) «А» и две части раствора «Б» и смесь быстро выливают на стекло, которое должно быть в рамке. В течение 10—15 минут металлическое серебро полностью выделяется на поверхность стекла.

Рецепт № 3 (метод Цвеча)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». 5 г азотно-кислого серебра растворяют в 0,5 л дистиллированной воды. Сюда же добавляется постепенно нашатырный спирт в таком же количестве, до уничтожения почти полностью образовавшегося осадка.

Раствор «Б». 26-процентный раствор формалина в дистиллированной воде заготавливается за 1 день до употребления.

При серебрении растворы «А» и «Б» смешиваются в равных количествах.

Опыты, произведенные Цвечом, показали, что скорость реакции зависит от действия света. Так, например, при ртутной лампе реакция происходит слишком быстро, при свете обычной лампочки — слишком медленно. Наиболее благоприятным является дневной рассеянный свет.

К пятой группе рецептов мы относим наиболее характерные и испытанные рецепты в применении с различного рода восстановителями.

Рецепт № 1 (метод Кайзера)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». 10 г азотно-кислого серебра растворяют в 50 см³ дистиллированной воды. К раствору затем постепенно прибавляют нашатырный спирт (до осветления). К этому же раствору прибавляют по каплям при постоянном помешивании стеклянной палочкой раствор азотно-кислого серебра (1:5) до слабой опалесценции. После этого разбавляют раствор дистиллированной водой до объема в 1 л и оставляют отстаиваться до осветления.

Раствор «Б». Растворяют 20 г сегнетовой соли и 20 г сахара-рафинада в 200 см³ дистиллированной воды, прибавляют раствор из 4 г азотно-кислого серебра в 20 см³ дистиллированной воды. Все это сильно взбалтывают, нагревают жидкость до кипения, поддерживая таковое в течение получаса. После этого горячий раствор смешивают с холодной дистиллированной водой с таким расчетом, чтобы получился объем в 1 л жидкости. После этого жидкость фильтруют.

Для серебрения смешивают равные части растворов «А» и «Б» и как можно быстрее обливают им стекла.

Рецепт № 2 (метод Либиха)

Приготавливают 2 раствора.

Раствор «А». 5 г азотно-кислого серебра растворяют в 100 см³ дистиллированной воды, добавляя нашатырного спирта до растворения осадка. После этого прибавляют раствор едкого натра (225 см³ удельного веса 1,035). Вновь образовавшийся осадок растворяют нашатырным спиртом и к полученному раствору добавляют воды так, чтобы получилось 726 см³.

Раствор «Б». Приготавливают (по объему $\frac{1}{8}$ часть раствора «А») раствор молочного сахара (1 г на 10 г воды).

Перед серебрением растворы смешиваются между собой. Серебрение по этому рецепту производится главным образом подвесным способом (смотри ниже).

Рецепт № 3 (метод проф. Бетхера)

Приготавливают 4 раствора.

Раствор «А». 1 г сегнетовой соли растворяют в 50 г. дистиллированной воды.

Раствор «Б». 1 часть азотно-кислого серебра растворяют в 8 частях воды.

Раствор «А₁». В 900 см³ воды приливают 90 см³ жидкости раствора «А», перемешивают и кипятят. Когда начинается обильное отделение паров, приливают постепенно 20 см³ жидкости раствора «Б». Вся жидкость при этом окрашивается в черный цвет. В таком положении продолжают кипячение до 10 минут, после чего жидкости дают остыть.

Раствор «Б₁». В 900 см³ воды приливают 80 см³ жидкости раствора «Б» и при помешивании прибавляют 6 см³ нашатырного спирта. При серебрении берутся равные по объему части «А₁» и «Б₁», которые предварительно профильтровываются.

СПОСОБЫ СЕРЕБРЕНИЯ

В настоящее время существует несколько способов техники ведения процесса серебрения.

1. Холодный способ

Холодный способ серебрения состоит в том, что на брусках, установленных на столах в строго горизонтальном направлении, укладывается стекло, на которое наливается смесь из серебрильной жидкости и восстановителя. Жидкость удерживается на поверхности стекла, и тем самым происходит отложение металлического серебра по всей поверхности стекла, восстановленного из азотно-кислого серебра.

Стол при холодном способе серебрения делается обычно из дерева. Внутри стола устанавливаются бруски. Иногда эти бруски делают из дерева, что, безусловно, отрицательно влияет на ход ведения процесса. Бруски подвергаются через некоторое время короблению и теряют свою строго-горизонтальную по-

верхность. В результате этого на поверхности стекла откладывается металлический порошок различной плотности.

Как правило на наводных столах следует всегда устанавливать металлические бруски — швеллера. Бруски эти, как и весь стол внутри, обтягивается бумазеей. Предварительно бруски часто обкладывают войлоком.

Швеллера устанавливаются точно по ватерпасу и должны быть строго горизонтальными.

2. Горячий способ

Так называемый горячий способ серебрения состоит в следующем: на особо сконструированном столе (рис. 70) накладываются сверху сланцевые пластины.

Пластины эти покрываются специальным водонепроницаемым составом, выдерживающим большую температуру. Внутри стол представляет собой прямоугольный неглубокий бак, обитый цинком. На одном конце стола имеется паропроводная трубка, снабженная вентилем. На другом конце стола имеется выпускная трубка, также снабженная вентилем. Этими вентилями регулируется впуск и выпуск пара, а следовательно, и температура стола.

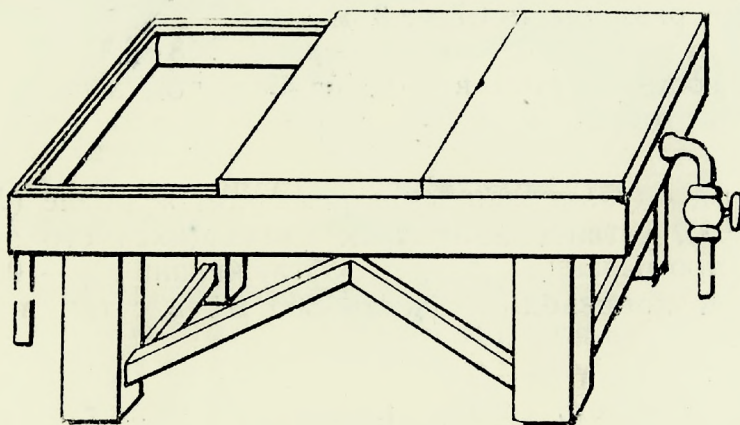


Рис. 70. Наводный стол для ведения горячего способа серебрения

Перед началом серебрения промытое стекло переносят на горячий стол и покрывают поверхность стекла серебрильной жидкостью, к которой в самый последний момент примешивают восстановитель. Стол должен быть в строго горизонтальном положении, так, чтобы жидкость стояла на одинаковом уровне по всей поверхности стола. После того, как прибавили восстановитель, жидкость оставляют в покое на 15—20 минут и затем раствор удаляют.

Удаление раствора производят специальной кожаной воздуховкой (подобие кузнечного меха).

Таким способом серебрение производят 2 раза.

Горячий способ серебрения практикуется часто в американских зеркальных мастерских.

У нас, в СССР, на зеркальных фабриках применяется холодный способ серебрения.

3. Качающийся стол для серебрения

В немецком журнале *Jlast. Ber.*, 1930, стр. 501) описан качающийся стол для серебрения. Благодаря движениям, совершаемым этим столом, стекло ополаскивается серебрильной жидкостью и восстановителем.

Листы стекла, подвергающиеся серебрению, прочно укрепляются на дне ванны, находящейся на столе. Укрепление стекла производится посредством всасывающих рамок из каучука. Нижняя поверхность стекла при этом никак не может притти в соприкосновение с серебрильным раствором, так как каучуковая рамка плотно засасывает стекло ко дну ванны.

Ванна эта сваривается из ковкого железа толщиной, примерно, около 5 мм. Столик приводится в движение посредством мотора в $1\frac{1}{2}$ л. с., при помощи двух эксцентров.

Размеры стола и ванны могут варьировать в известных пределах.

Этим способом возможно производить серебрение листов стекла размером до 8 м². Нормальная работа с этими столами рассчитана на размеры в 1,7×2,3 м.

Могут быть посеребрены и размеры 1,7×3 м. Серебрение при помощи качающихся столов дает на большом зеркальном производстве некоторую экономию в рабочей силе и химических реактивах.

По данным, опубликованным в немецком журнале (*Jlast. Ber.*, 1930, стр. 501), установка из трех качающихся столов и двух столов для промывания требует обслуживания 8—10 человек, которые дают производительность 800 м² в сутки посеребренного стекла.

Расход ляписа 5 г на 1 м² стекла.

Продолжительность серебрения около 7 минут.

Регенерацию серебра от отработанных растворов таким способом можно производить до 90 проц.

4. Серебрение способом пульверизации

Последнее время за границей начали производить серебрение пульверизацией. Пульверизация производится на обыкновенных столах (при холодном способе ведения процесса), описанных выше. Весь аппарат состоит из распылителя (рис. 71), из сопла которого выталкивается посредством сжатого воздуха струя серебрильной жидкости и восстановителя. Сжатый воздух в пульверизатор можно подавать небольшой компрессорной установкой через резиновый шланг. Раствор из серебрильной жидкости и восстановителя наливается в резервуар распылителя.

Рабочий, направляя распылитель к столу, осаждает металлическое серебро на поверхности стекла, которое ложится равномерным плотным слоем.

Пulверизацию следует производить при исключительной чистоте помещения.

Весь аппарат, как видно из описанного выше, весьма несложен и может быть изготовлен без больших затрат.

Серебрение пульверизацией имеет, безусловно, преимущество перед способами, описанными выше. Одно из самых важных

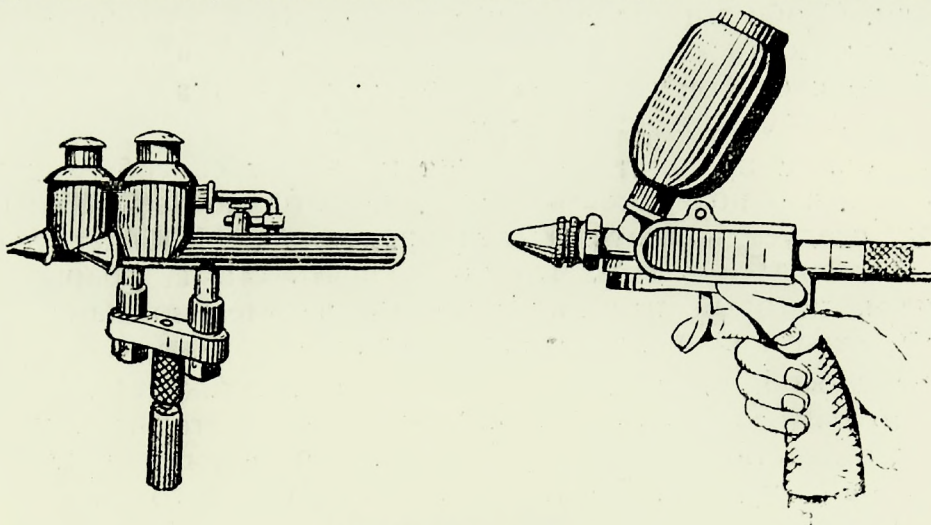


Рис. 71. Распылитель

свойств этого способа заключается в том, что ликвидируется совершенно стадия просушки зеркал на плитах. От действия того же воздуха лишняя жидкость сливается со стекла, а металлический слой серебра плотно пристает к стеклу.

5. Американский (подвесной) способ серебрения

Этим способом производят серебрение без помощи наводного стола. Способ этот основан на том принципе, что осаждение серебра из растворов происходит всегда сильнее кверху. Поэтому американцы серебрят плоские стекла таким образом: подвешивают их совершенно горизонтально в плоском, неглубоком сосуде на некотором расстоянии от дна и приливают смесь растворов до тех пор, пока она не коснется поверхностью своего стекла, подлежащего серебрению.

Необходимо при этом следить, чтобы между жидкостью и стеклом не было воздушных пузырьков и чтобы жидкость не заливала верхнюю поверхность стекла.

Выравнивание стекла в горизонтальной плоскости должно быть точно выверено уровнем. Летом серебрение можно производить на солнце или при сильном дневном освещении. В другое время года, когда холодно, ванну (сосуд) со смесью жидкостей нагревают от 26 до 35° по Реомюру.

Жидкость в ванне, где производят серебрение, сначала становится густо черной, а по мере восстановления серебра на поверхности стекла становится все светлей. Как только жидкость

полностью светлеет, серебрение прекращают, стекло вынимают, ополаскивают водой и оставляют сушиться током свободного воздуха.

6. Гальванический способ серебрения стекла

Чрезвычайно тщательная подготовка стекла к серебрению является при введении этого способа серебрения первейшим условием. Особо тщательно необходимо следить за обезжириванием поверхности стекла. Удаление жирного слоя должно быть выполнено с особой тщательностью, так как в противном случае серебряный слой не будет приставать.

В основном принцип серебрения по этому способу заключается в том, что поверхность стекла, на которую наносится слой серебра, следует сделать электропроводной. Наиболее старый прием заключался в том, что поверхность стекла покрывалась графитом, который насыпался на предварительно намазанный по поверхности слой копалового лака.

Этот способ, однако, сейчас уже не практикуется, так как при таком способе стекло приобретает нежелательную черную окраску, вследствие чего графит был в свое время заменен медно-бронзовой пудрой. Последнее время и от этого способа отказались.

В настоящее время поверхность стекла предварительно подвергается серебрению обыкновенным способом, а затем уже закрепляется плотно к поверхности стекла гальваническим путем. Подвергающееся серебрению стекло снабжается проволочными клеммами, которые, соприкасаясь с серебряным слоем, служат катодами. В качестве анода служит серебряная пластинка.

Составы ванны применяются следующие:

1) 20 г серебряно-синеродистого калия и 10 г цианистого калия растворяют в 1 л дистиллированной воды. Температура ванны должна составлять около 20°C . Напряжение электрического тока (V) — 1 вольт, сила тока (j) — $0,3\text{ (A)/дцм}^2$.

2) 40 г азотно-кислого серебра и 40 г уксусно-кислого калия растворяют в аммиаке так, чтобы получить концентрированный раствор. Температуру ванны следует поддерживать около 18°C . Напряжение (V) электрического тока около 1 вольта, сила тока (j) — $0,7\text{ (A)/дцм}^2$.

3) 175 г нитрита серебра растворяют в 5 л дистиллированной воды, добавляют раствор 250 г цианистого калия в 5 л дистиллированной воды. Температура ванны — около 20°C ; напряжение (V) — около 0,9 вольта, сила тока — $0,3\text{ (A)/дцм}^2$.

Для того, чтобы получить хорошие результаты, необходимо точно соблюдать все условия ведения опыта для каждой ванны (рецептуры). Толщина нанесенного в течение часа слоя равна 0,012 мм. Стекла остаются в ванне до тех пор, пока не получается достаточно плотный слой серебра. После серебрения по-

верхность стекла прополировывается, этим достигается еще и уплотнение слоя серебра к стеклу.

Необходимо помнить одно обстоятельство при серебрении гальваническим способом: стекло следует погружать в ванну только после предварительного включения тока.

Существуют еще много различных способов получения зеркальной отражательной поверхности на стекле. К наиболее старым способам относится получение ртутной амальгамы, — чрезвычайно трудоемкий и вредно отражающийся на здоровье рабочих процесс.

Со времени открытия Либихом способа серебрения способ получения зеркала ртутной амальгамой оставлен.

Имеет место еще способ получения металлического зеркала путем вжигания платины, золота, серебра и радия в поверхности стекла. Сущность этого метода заключается в том, что при нагревании до известной температуры некоторые растворы благородных металлов разлагаются, образуя на стекле металлическое зеркало. При дальнейшем нагревании осадок металла достаточно прочно вжигается в стекло.

На зеркальных фабриках сейчас получением зеркал таким образом не занимаются. Получение зеркал золочением стекла, а также платиновых, иридиевых зеркал не представляет особого интереса для зеркальных фабрик, и поэтому мы останавливаться на этом не будем.

Некоторый интерес представляет собою способ получения медных зеркал, разработанный Френчем.

По его методу поверхность стекла сначала тщательно очищается следующим путем: сначала стекло моется в концентрированной азотной кислоте, а затем в водопроводной воде. После этого его погружают в 1-процентный раствор едкого калия, а затем снова промывают тщательно сперва водопроводной, а затем дистиллированной водой.

После этого поверхность стекла протирается (полируется) тщательно обезжиренным лоскутом. Обезжиривание лоскута производят следующим путем. Лоскут погружают на некоторое время в мыльную кипящую воду, а затем продолжают кипячение, часто меняя воду.

Раствор для омеднения приготавливается следующим образом: приготавливают 11,1-процентный раствор едкого калия и насыщенный при 16° раствор гидрата окиси меди в аммиаке (удельный вес 0,888) и отфильтровывают их через стеклянную вату. Растворяют 9 г серно-кислого гидрозина в 150 см^3 дистиллированной воды и подогревают раствор до 60° . После этого при одновременном взбалтывании прибавляют 90 см^3 медного раствора. Получается жидкость, окрашенная в желтую краску. Этой жидкостью протирают поверхность стекла. Далее к этой жидкости, также при непрерывном встряхивании, подливают $87,5\text{ см}^3$ калиевой щелочи при 60° . При этом жидкость не дол-

жна давать никаких осадков. Окраска таковой принимает свет-дожелтый цвет.

Жидкость эта выливается в медную ванну, поддерживающуюся на водяной бане при 43° . Туда и погружают стекло, после чего температуру бани при непрерывном покачивании ванны поднимают до 57° .

Раствор становится темнозеленый, через минут 15 уже он становится розовым и еще через 20 минут образуется медный слой. Усиление этого слоя можно произвести путем прибавления еще 50 см^3 медного раствора (при 16°) и 10 см^3 калиевой щелочи (при 60°). Температуру ванны снова доводят до 43° . Погружают зеркало и вновь поднимают температуру бани до 50° .

Еще более значительного усиления можно добиться путем электролиза следующим путем: приготавливают 1 часть винного камня (кислый винно-кислый калий) в 10 частях воды, добавляют углекислой окиси меди до насыщения раствора и прибавляют некоторое количество едкого калия, чтобы получить щелочную реакцию. Сила тока не должна превышать $0,25 \text{ (A)/дцм}^2$.

Как видно из описанного выше, получение медного осадка на стекле значительно труднее, чем серебрение стекла.

Поэтому способ получения медных зеркал мало привился и навряд ли и привьется в дальнейшем на зеркальных фабриках. Таким способом возможно будет только получать зеркала небольших размеров для специальных целей.

Особый интерес и будущность имеют способы получения алюминиевых, алюминивно-магниевых и хромовых зеркал¹.

Зеркала, полученные таким способом, отличаются доброкачественностью, во много раз превышающей посеребрённые зеркала, и при промышленной эксплуатации могут, безусловно, быть и дешевле их.

АЛЮМИНИРОВАННЫЕ ЗЕРКАЛА

Серебрение зеркал, применяемое до сих пор, обладает некоторыми, как уже выше было отмечено, существенными недостатками, главным образом из-за быстрого потемнения — «порчи» — зеркал под действием атмосферных влияний.

В этом отношении зеркала, полученные путем нанесения на стекло тонкого слоя алюминия, представляют значительное преимущество. Коэффициент отражения для этих зеркал несколько меньший, чем для свежее полученных серебрением, но, в противоположность последним, он не уменьшается.

Алюминиевая пленка держится на стекле прочно. Влага и двуокись серы (SO_2), присутствующие в атмосфере, не оказывают на металлический слой алюминия такого вредного влия-

¹ Свойство металлического слоя служить зеркалом основано на способности его отражать световые лучи на какой-нибудь поверхности без преломления и рассеяния.

ния, как на посеребренный (на алюминиевой поверхности образуется оксидированный слой, предохраняющий от дальнейшего влияния атмосферы; вследствие этого коэффициент отражения алюминиевых зеркал сохраняется постоянным в течение продолжительного времени).

У свежее полученного зеркала алюминиевая пленка легко может быть повреждена (поцарапана, содрана). Поэтому эту пленку следует закрепить, сделать более твердой и устойчивой по отношению к механическим повреждениям. И здесь такое закрепление достигается более простыми и дешевыми средствами, чем закрепление посеребренного металлического слоя на поверхности стекла.

Алюминированную пленку на поверхности стекла моют мылом и водой. Мытье несколько не отражается в смысле вредности на свойстве алюминиевой пленки.

В технике получения алюминированных зеркал производится путем испарения алюминия на поверхности стекла. При этом способе металлический алюминий в виде отрезка проволоки вводится в вольфрамовую спираль конической или цилиндрической формы, которая накаливается током.

Развитие техники получения алюминированных зеркал связано с именем Д. Стронга, который впервые таким путем получил алюминированное зеркало.

Основные части такой установки следующие:

Стальной диск, служащий основанием прибора, колокол стеклянный или стальной и высоковакуумная установка (необходимый вакуум 10^{-4} мм ртутного столба). Отрезок проволоки алюминия вносится в вольфрамовую спираль и накаливается током. В виду того, что вольфрам растворяется в алюминии, Д. Стронг при опытах помещал алюминиевую проволоку в тигель из графита или магнезии. Таким путем он получал алюминированные пленки толщиной до $\frac{1}{10}$ микрона.

Техника покрытия зеркал испарением алюминия не так сложна и дает возможность покрывать довольно значительные поверхности стекла. Самое большое зеркало, полученное в США по такому способу, равно диаметром около 0,9 м.

Алюминирование этого зеркала производилось под колпаком из листовой стали диаметром около 1 м и толщиной стенок около 6 мм.

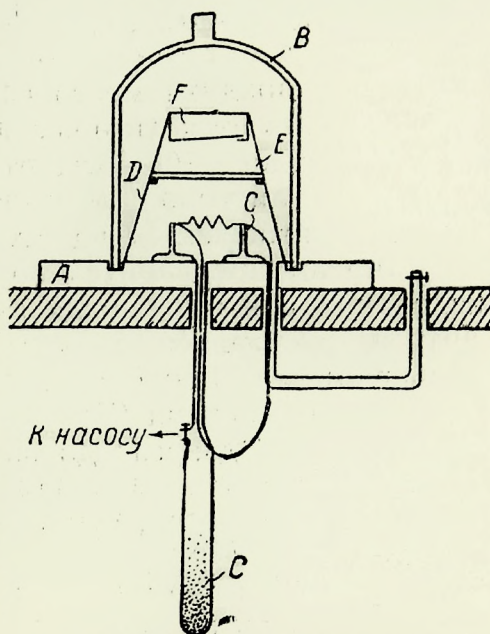


Рис. 72. Способ получения алюминированных зеркал

У нас, в СССР, опыты по алюминированию зеркал производились в Государственном оптическом институте в Ленинграде.

На рис. 72 показана схема такой установки (зеркала, полученные на такой установке, не превышали размера 15 см):

А — стальной диск диаметром 40 см и толщиной в 23 мм, В — стеклянный колокол (внутренний диаметр 20 см), С — держатель для спирали накаливания, Д — держатель для зеркала, Е — экран, г — трубка с углем.

На специальном держателе (Д) укрепляется стекло, предназначенное для алюминирования. Во избежание проникновения в колокол воздуха место соприкосновения колокола (В) и диска (А) заливается химически чистым парафином (вакуум создается не меньше 10—¹ мм ртутного столба).

Чистый листовый алюминий вводится в виде маленьких полосок, насаживаемых на вольфрамовую спираль.

Спираль предварительно прокаливается в вакууме. При накаливании спирали, когда алюминиевые полоски начинают плавиться, расплавленный металл, в виде капелек растекаясь по вольфрамовой проволоке, испаряется, осаждаясь на поверхности стекла — экрана (Е).

Работами Эдварса¹ доказано, что зеркала, полученные одновременно испарением алюминия и магния, имеют коэффициент отражения больший, чем зеркала, полученные испарением одного алюминия. При испарении чистого алюминия Эдварс получал коэффициент отражения 89,5 проц., при испарении магниевых-алюминиевых проволок — 93 и 94 проц.

Согласно указаниям Вильямса², алюминиевые пленки обладают еще большею прочностью, если на поверхность стекла предварительно наносится слой хрома.

ОПАСНОСТЬ ВЗРЫВОВ ПРИ СЕРЕБРЕНИИ СТЕКЛА

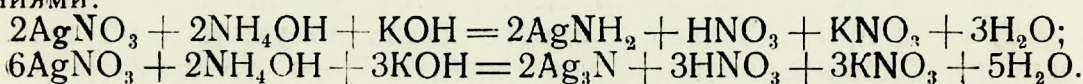
При серебрении следует принимать особые меры предосторожности, чтобы избежать взрыва. Как уже выше было отмечено, для восстановления в большинстве применяется сахар-рафинад, инвертированный азотной или серной кислотой. При этом высокомолекулярный сахар расщепляется на составные части — глюкозу и фруктозу. Быстрое и полное восстановление происходит в щелочном растворе, для чего к аммиачному раствору прибавляется едкая щелочь. При этом образуются соединенные гидроокиси серебра с аммиаком и азотно-кислый натрий. В случае слишком высокой концентрации растворов вышеуказанное соединение имеет склонность к разложению на амид серебра (AgNH_2), аммиак и воду, причем амид расщепляется далее на нитрид серебра (Ag_3N) и аммиак. Амид серебра обладает чрезвычайно большой взрывчатой силой; еще большую

¹ Журнал «Оптикомеханическая промышленность», 1935 г., № 7, стр. 13—15.

² То же.

склонность к взрывам имеет нитрид серебра (Ag_3N), названный «бертолетовым гремучим серебром», по имени изобретателя — Бертоле. Особую склонность при этом имеют растворы едкого калия (KOH).

С химической стороны W. Meyer (Sprechsaal, 1928 г., № 31, стр. 599—602) объясняет образование взрывов следующим образом: из раствора азотно-кислого серебра образуется при добавлении избытка аммиака бесцветный раствор комплексной аммиачно-серебряной соли. При добавлении концентрированного раствора едкого калия образуется сперва осадок окиси серебра, который вследствие еще имеющегося избытка аммиака не делается заметным, так как при встряхивании тотчас же растворяется. При переходе через определенный предел выделяющаяся окись серебра уже не растворяется. По мнению W. Meyer, здесь затем протекают несколько сложных химических процессов, в результате которых образуется амид и частично нитрид серебра. Протекающие при этом промежуточные процессы настолько сложны и еще мало выяснены, что их осветить в должной мере не представляется возможным. Процессы эти в окончательных фазах выражаются следующими уравнениями:



Выделившийся из аммиачно-щелочных серебряных солей амид и частично нитрид серебра заметны по темнокоричневому, доходящему до черного цвета хлопьевидному осадку. Этот осадок удается растворить осторожным добавлением аммиака.

Образования амида (AgNH_2) или частично нитрида (Ag_3N), а также возникновение взрыва — все это зависит в большинстве своем от количеств присутствующего аммиака. Главной опасностью при этом является улетучивание аммиака и вследствие этого образование хлопьевидного осадка из взрывчатой смеси, которая при малейшем сотрясении взрывает.

W. Mayer искусственно создавал образование этого хлопьевидного осадка из амида и нитрида серебра. При этом им было замечено, что, пока черный хлопьевидный осадок растворялся при продолжающемся добавлении аммиака, никаких взрывчатых явлений не наблюдалось. Также не наблюдаются эти явления, если в серебристую жидкость сейчас же по ее составлении влить восстановитель, так как при этом начинает, как известно, выделяться на поверхности стекла металлическое серебро в виде мельчайших частиц металла, это и не дает реакции идти в нежелательном направлении.

Наоборот, когда после приливания едкого калия новой порции аммиака не добавлялось, то через некоторое время выпадали хлопья амида серебра. После того, как хлопья присыхали на краях стекла, они при соприкосновении с органическими веществами (дерево, уголь) давали взрыв.

Разбавленные растворы в этих условиях также могут образовывать взрыв, только в меньших размерах.

Температура (теплота) также вызывает обильное выделение черного хлопьевидного осадка, способствует чрезмерному испарению аммиака и образованию сухого осадка взрывчатой смеси.

Для предотвращения взрывов и других несчастных случаев при серебрении необходимо применять следующие меры предосторожности:

1) Аммиачный раствор серебра и раствор едкой щелочи должны быть приготовлены отдельно и разбавлены.

2) Ни в коем случае не следует смешивать вышеуказанные растворы в концентрированном состоянии, но разбавлять согласно рецептуре.

3) Жидкость для серебрения должна быть защищена от действия солнечного света и сохраняться в темных, плотно закупоренных бутылках в прохладном месте.

4) Раствор едкой щелочи должен быть ранее приготовлен, тогда как серебряный раствор следует готовить не более как за 1—2 дня до употребления.

5) Смешивание обоих разбавленных растворов должно производиться непосредственно перед употреблением.

6) Если при добавлении едкого калия получилось образование коричнево-черных хлопьев окиси серебра, то таковые должны быть полностью переведены в раствор путем медленного приливания раствора аммиака.

7) Смешивание следует производить при постоянном встряхивании, так, чтобы полученная смесь была совершенно однородна.

8) Всегда следует приливать разбавленный раствор едкой щелочи к раствору серебра, но ни в коем случае не наоборот.

9) При инвентировании следует концентрированную кислоту осторожно приливать к раствору сахара.

10) Не следует бросать азотно-кислое серебро в аммиак; нужно последний осторожно приливать к раствору первого.

11) При наливании раствора никогда не следует наклоняться над отверстием сосуда, чтобы брызги не могли попасть в лицо.

12) Никогда не следует нюхать вещество (если оно неизвестное), сильно вдыхая полной грудью и близко наклоняясь над сосудом.

13) При работе с раствором едкого калия лучше всего надевать на глаза предохранительные очки.

ДЕФЕКТЫ ПРИ СЕРЕБРЕНИИ СТЕКЛА И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Процесс серебрения довольно простой, но технические трудности в обращении со стеклом настолько велики, что только этим и можно объяснить те частые неудачи, которые испытывают даже опытные мастера.

К стеклу, предназначенному для серебрения, должны быть предъявлены следующие требования: 1) безукоризненное качество стекломассы, 2) гладкие и параллельные поверхности, 3) полная неповрежденность поверхности стекла (отсутствие следов выветривания), 4) отсутствие налетов на полотне стекла.

Решающим фактором в получении годного для зеркала металлического слоя серебра является чистота ведения процесса.

Насколько важно соблюдение безукоризненной чистоты стекла, можно судить уже по тому, что даже прикосновение потной руки или пальца к стеклу достаточно, чтобы стекло получилось в пятнах.

Вода, а также и другие материалы, употребляемые при этом, должны быть абсолютно химически чистые.

Сырую воду при серебрении употреблять нельзя, так как таковая часто содержит карбонаты, хлориды и другие вещества, присутствие незначительного количества которых достаточно, чтобы совершенно разрушить металлический слой серебра при серебрении.

Все химические материалы, прежде чем поступить в наводный цех, должны быть предварительно проверены лабораторным путем. Малейшие следы вредных примесей уже влияют отрицательно на качество получаемого зеркала.

Особо сейчас стоит вопрос с хлором (Cl). До сих пор общепризнанное мнение как в литературе, так и в практике, было таково, что малейшие следы хлора (Cl) уже отрицательно влияют на металлический порошок серебра, отлагаемый на поверхности стекла.

В последнее время (журнал № 3 «Оптикомеханическая промышленность» за 1935 г., Москвин и Винокуров) проведены были работы, которые опровергают это положение. Было проведено серебрение стекла в совершенно одинаковых условиях, с применением технического едкого калия (KOH) и с прибавлением хлористого калия (KCl) и без такового.

Таблица 6

	в % KCl	Толщина слоя
Технич. (KOH)	0,15	0,0674
Технич. (KOH) с добавлением KCl	1,13	0,1157
Кольбаум (KOH)	—	0,1137

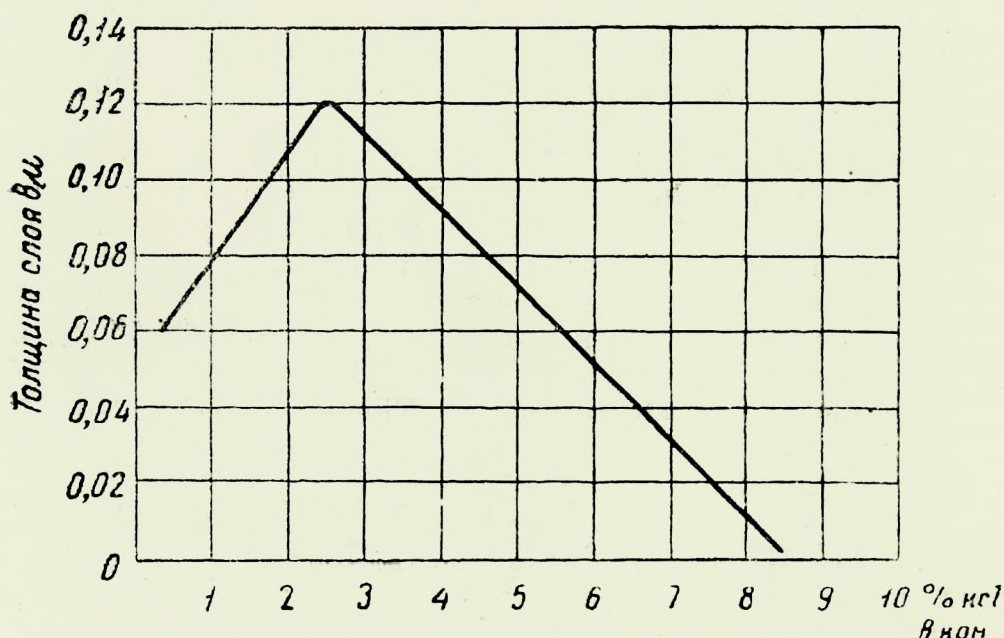
Из сопоставления этих данных видно влияние ионов хлора на скорость образования серебряного фильма, с увеличением содержания хлора в техническом едком калии: толщина фильма возросла почти в два раза.

Внешний вид зеркал, полученных кольбаумовской щелочью и технической, содержащей 1,13 проц. KCl , одинаковый.

Отсюда авторы делают выводы, что присутствие незначительных количеств не только не вредно, но даже полезно для процесса серебрения.

Таблица 7

Процент KCl в KOH	0,15	1,0	2,5	5,0	10
Толщина слоя в микронах	0,0674	0,1447	0,125	0,1123	0,0771



Из табл. 7 и из диаграммы видно, что наибольшую толщину слоя серебра имеют зеркала, полученные с едким кали, с содержанием от 1 до 2 проц. KCl . Дальнейшее увеличение хлористого калия уже действует отрицательно: наружная поверхность металлического слоя становится более мутной, опалесцирующей.

Вышеприведенные соображения имеют огромное практическое значение для зеркальных фабрик. Применение технического едкого натра или едкого калия часто влечет за собой и попадания незначительных количеств ионов хлора. Как правило, зеркальные фабрики браковали из-за этого реактивы. Если же обстоятельства и вынуждали применять реактивы с небольшим содержанием хлора, то появления всякого рода дефектов в виде разрушения металлического серебра относилось за счет отрицательного влияния этих следов хлора.

Из вышеприведенного следует, что зеркальные фабрики могут безбоязненно применять щелочь с содержанием KCl в количестве, не превышающем 2 проц.

Совершенно другое действие на серебряный покров стекла оказывают даже малейшие следы серы (S).

Очень часто на зеркалах, полученных серебрением, через некоторое время получаются бурые и темнокоричневые пятна. Это результат взаимодействия следов серы и серебра. Сама поверхность стекла очень часто содержит еще следы серы. Как известно, к материалам, из которых изготавливается листовое стекло, относится и сульфат (Na_2SO_4) сернокислый натрий. Кроме того, в каменном угле (часто применяемом как один из видов топлива), который загружается в газогенератор, имеются примеси, содержащие серу.

При газификации сера в виде сернистого газа попадает через генераторный газ в печь, а оттуда — на поверхность стекла в виде сернистого натрия. Несмотря на то, что поверхность стекла (зеркального) шлифуется и полируется, эти следы серы все же могут удерживаться и оставаться в порах стекла. Эти остатки серы дают повод к образованию соединений серы с серебром, которые сперва обнаруживаются в виде небольших коричневых, а при дальнейшем развитии в виде чернотурых пятен.

Для того чтобы предупредить образование этих пятен на посеребренной поверхности, рекомендуется перед серебрением промывать стекло в 10-процентном горячем растворе соды. Для того, чтобы стекла не лопались, нужно положить их в проволочно-железном ящике в 10-процентный холодный содовый раствор и постепенно нагревать до 100°C . Промытые таким способом стекла хорошо прополаскиваются дистиллированной водой.

Ж. Вольф (Ker. Rundschau, 1931 г., № 25, стр. 31) рекомендует вместо содового раствора промывать стекла соляной кислотой или хлористым цинком.

Помимо отрицательного влияния, каковое оказывают вредные примеси и нечистота ведения процесса, существуют еще много факторов, достаточно еще не изученных, безусловно, влияющих на процесс серебрения.

Отрицательными моментами при ведении процесса серебрения являются:

1. Слишком низкая или высокая температура ведения процесса.

Почти все выше перечисленные рецепты должны применяться при температуре в подводном цехе от 30 до 35° .

2. Неправильная концентрация растворов.

В этом случае следует придерживаться рецептуры, которая в большинстве своем основательно проверена на практике большим количеством опытов.

3. Плохо обезжиренное стекло.

В этом случае слой серебра получается неравномерным и быстро «сползает» с поверхности стекла.

4. Плохое промывание и ополаскивание стекла перед и после серебрения.

Вопрос ополаскивания стекла — чрезвычайно важный вопрос. Мастер-подводчик, который упускает эту деталь, никогда не даст хорошего зеркала.

После предварительной и после окончательной подготовки стекла, т. е. перед самым серебрением, стекло должно самым тщательным образом промываться дистиллированной водой, то же и после серебрения.

Небольшие пятна на бортах, выступающие через непродолжительное время, указывают на недостаточное ополаскивание.

5. Неравномерное удаление жидкости с поверхности серебра.

Очень часто при неправильном удалении жидкости с полотна серебряной пленки таковая в виде капель задерживается на краях, углах стекла. При подсушивании посеребренного стекла эти скопления («подтеки») влаги разрушают металлическое серебро. В этих местах серебро чрезвычайно легко «сползает» с поверхности стекла. Мастер-подводчик должен следить, чтобы во-время хотя бы на сушилке (плите) воздуходувкой сдуть (снять) эти скопления влаги в виде капель на углах посеребренного стекла.

6. Пыль и грязь в наводном цехе.

Помещение наводного цеха должно быть идеально чистым. Над столом, где происходит серебрение, должен быть устроен вытяжной зонт. Составление и приготовление растворов для серебрения должны быть отделены. Вытяжной шкаф должен быть устроен также отдельно. На крупных зеркальных фабриках составление серебряных растворов должно быть передано химической лаборатории.

ПОКРОВНО-ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЕРЕБРА

(Пленкообразующие вещества)

Для защиты осажденного металлического порошка на поверхности стекла от атмосферных влияний и от механических повреждений таковой покрывают различными пленкообразующими веществами. К этим веществам относятся различные краски и лаки, создающие на поверхности стекла эластичную, плотную воздухо-водонепроницаемую пленку.

Краски и лаки обычно изготавливаются с применением высыхающих растительных масел.

Наиболее употребительной применяемой зеркальными фабриками является краска, приготовленная из свинцового сурика на натуральной льняной олифе (см. ниже).

Очень часто за неимением приготовленной льняной олифы зеркальные фабрики вынуждены сами варить олифу. Поэтому мы остановимся несколько подробнее на изготовлении олифы и красок.

Высыхающие масла

Высыхающими маслами называются такие, которые при нанесении тонким слоем их на какую-нибудь поверхность (стеклянную, металлическую пластинку) образуют при высыхании твердую эластичную пленку.

К высыхающим маслам, наиболее часто встречаемым в зеркальном производстве, относятся: льняное, древесное, конопляное, подсолнечное. Другие высыхающие масла, как-то: макое, ореховое, перилловое и другие, почти никогда в производстве зеркал для изготовления олифы не применяются.

При суждении о качестве масел, смол и другого лакокрасочного сырья имеют значение следующие величины:

- 1) удельный вес (вес 1 см³ данного вещества при 15° Ц),
- 2) точка плавления (та температура, до которой нужно нагреть данное вещество, чтобы оно расплавилось — стало жидким),
- 3) кислотное число (показывающее, какое количество свободных, не связанных органических кислот в них имеется).

Выражается кислотное число количеством миллиграммов (1 мг = 0,001 г) едкой щелочи (KOH), которое нужно добавить к раствору 1 г масла, чтобы сделать его нейтральным.

- 4) Коэффициент омыления.

Коэффициент омыления показывает то количество миллиграммов едкой щелочи (KOH), которое нужно добавить к раствору 1 г масла, чтобы нейтрализовать все органические кислоты, как связанные, так и несвязанные. Коэффициент омыления еще иначе называют «числом омыления». Число омыления всегда больше кислотного числа.

Если масло продолжительно нагревать при повышенной температуре, то оно густеет и делается весьма вязким. Такое масло называется полимеризованным. Название это дано потому, что при нагреве происходит уплотнение и соединение отдельных молекул сырого масла в одну большую объемистую молекулу, которая (для таких процессов) называется «полимером».

Сиккативы

Сиккативами или сушками называются такие вещества, которые при добавлении к маслу ускоряют его высыхание в несколько раз.

Таким ускоряющим действием обладают окиси и соли большинства металлов. Самыми сильными сушками считаются соли и окислы свинца, марганца и кобальта.

Скорость высыхания масла пропорциональна количеству внесенного металла, и чем больше прибавляется сиккатива, тем скорее идет высыхание. Однако ускорение процесса высыхания масел идет только до известного предела, выше которого прибавление сиккатива ведет, наоборот, к более медленному высыханию. Количество металла, при котором высыхание идет наилучшим образом, называется оптимальным.

Ряд исследований по этому вопросу показал, что оптимальное количество будет:

для свинца	0,45 проц.,
марганца	0,12 проц.,
кобальта	0,13 проц.

Практически количество кобальта добавляется в пределах от 0,03—0,05 проц.

Из свинцовых сиккативов лаковая техника пользуется главным образом соединениями свинца в виде свинцового глета (PbO) и свинцового сурика (Pb_3O_4), пиролюзита (MnO_2).

В масле свинцовый глет (PbO) растворяется при температуре 200—250°. Содержание свинца — от 91 до 93 проц. Допустимое содержание в масле 0,5—1 проц.

В сурике (Pb_3O_4) содержание свинца — от 90 до 91 проц. В масле растворяется при температуре 250°. Оптимум содержания в масле от 0,5 до 1 проц.

Пиролюзит — порошок черного цвета.

Содержание марганца в нем — от 30 до 60 проц., остальное — землистые примеси. В масле растворяется с трудом при температуре 250° Ц. Вводят его в масло в количестве 0,5—0,8 проц.

Льняная олифа

Сваренное (полимеризованное) масло вместе с сиккативами дает продукт, называемый олифой.

Обычно на зеркальных фабриках варят олифу, главным образом из льняного масла, а поэтому мы остановимся на процессе изготовления таковой.

Известны два способа приготовления льняной олифы: холодный способ и горячий. По первому способу нагревание масла производится паровым обогревом при температуре в 120—150°, при давлении около 5 атм. Способ этот в технике варки олифы признан наиболее приемлемым в смысле простоты и удобства, а главное, этот способ совершенно безопасен в пожарном отношении.

Однако в условиях зеркальных фабрик, при отсутствии паровых котлов, работающих на большом давлении, а иногда и

вовсе отсутствии котельной этот способ варки олифы мало приемлем.

Второй способ (горячий) состоит в следующем: в железный котел с мешалкой загружают масло на $\frac{2}{3}$ высоты котла, нагревают его при помощи огневой топки (на плите) под котлом до температуры 100° . При этом на поверхности появляются пена и выделяются пары воды. Большое содержание в масле воды бывает причиной выбрасывания масла из котла, поэтому во избежание пожаров и несчастных случаев при варке олифы следует быть чрезвычайно осторожным. Во все время нагревания масла следует помешивать непрерывно нагретую массу. Когда пена исчезает, что бывает при температуре в $150\text{--}170^{\circ}$, начинают засыпать небольшими порциями порошки сиккативов: глет, сурик и т. п. и температуру медленно повышают до $220\text{--}250^{\circ}$. При этой температуре порошки растворяются в масле полностью в течение 2—3 часов при условии непрерывного помешивания.

Во время варки олифы из котла выделяется едкий газ — акролеин, раздражающий слизистую оболочку глаз, поэтому варку олифы следует производить в помещении, имеющем вытяжную трубу, которая должна быть непосредственно над котлом, где производится варка.

Этот способ варки олифы в технике производства олифы почти уже нигде не применяется, на зеркальных же фабриках варка олифы всегда ведется таким горячим способом.

Согласно общесоюзному ОСТ, следующие требования предъявляются к льняной олифе:

1. Цвет льняной олифы колеблется от желтого до темно-коричневого или темновишневого.

2. Олифа, будучи нанесена тонким и ровным слоем на стеклянную пластинку, должна высохнуть при 20° в течение 24 часов.

Образовавшаяся пленка должна быть прозрачной, блестящей, эластичной и не должна давать отпечатка при надавливании на нее пальцем.

3. После отстаивания проба олифы в течение 24 часов при 20° должна быть прозрачной; получающийся при этом отстой не должен превышать 2 проц. взятого объема пробы.

Константы у льняной олифы должны быть следующие:

- 1) удельный вес при 15 проц. — $0,938\text{--}0,945$,
- 2) кислотное число не больше 8,
- 3) число омыления не менее 185.

Однако эти требования предъявляются ОСТом к натуральной льняной олифе — малярной. Пока еще зеркальные фабрики не могут с полной уверенностью предъявить какие-либо свои технические условия пригодности льняной олифы для целей производства зеркал. Прделанные опыты в лаборатории зеркальной фабрики Стеклоартели в Москве позволили установить,

что олифа с кислотным числом до 8 является не совсем пригодным продуктом для изготовления из нее хорошей защитной краски.

Наиболее приемлемой для этих целей следует считать натуральную олифу с содержанием кислотного числа не более 4—5.

Свинцовый сурик (Pb_3O_4), идущий для приготовления олифы, должен быть свободным от всяких примесей.

Очень часто к сурику примешивают сернокислый барий, а также и красный толченый кирпич.

Для определения чистоты свинцового сурика (Pb_3O_4) его нужно прокипятить с разбавленной наполовину водой крепкой азотной кислотой. Добавлением восстановителей (тростниковый сахар, щавелевая кислота и т. п.) его переводят в раствор, в то время как примеси — шпат, кирпич и т. п. — не растворяются.

Краску, составленную из остродефицитных материалов, как свинцовый сурик и льняная олифа, последнее время заменяют менее дефицитными веществами, как-то смолы, различного рода лаки и т. п.

Смолы

Наиболее обширным и распространенным классом синтетических смол являются фенолформалдегидные смолы. Объясняется это тем, что фенол и формалин (карболовая кислота) являются одним из наиболее дешевых продуктов среди сырья для синтетических смол.

Соединение (конденсация) фенола с формалдегидом в зависимости от условий дает два вида продуктов.

Первый вид — так называемые «резолы», которые под влиянием тепла переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. К этому типу смол относятся баккелиты.

Первичный продукт конденсации называется баккелитом «А». Он растворим в спирте. Его спиртовые растворы наносятся на различные поверхности, и после испарения спирта получается баккелит в виде тонкой лаковой пленки. Под действием тепла эта пленка переходит в баккелит «В» и «С», уже не растворимый в спирту и чрезвычайно сопротивляющийся действию различных реагентов.

Смолы второго типа не переходят в неплавкое и нерастворимое состояние и идут для производства спиртовых лаков (новолаки) и на производство масляных лаков.

Баккелитовые лаки часто употребляются на зеркальных фабриках для покрытия и предохранения металлического слоя серебра от повреждений. Внедрению этих лаков в зеркальном производстве мешают дороговизна и остродефицитность их растворителей (спиртов).

Помимо указанных выше искусственных смол, имеются еще и натуральные (естественные смолы).

Лучшими натуральными смолами считаются копалы, представляющие собою смолы растительного происхождения. Добываются таковые в тропических странах. Для СССР они являются импортными. Из смолистых веществ (натуральных смол), часто применяемых в производстве зеркал, для нанесения защитно-покровного слоя на поверхности металлического серебра является шеллак.

Шеллак представляет собою смолистое вещество красного цвета.

Смола образуется на ветвях деревьев в виде крепкой коры, которую вместе с ветвями и отламывают. Различают сиамский, более темный сорт шеллака, и бенгальский — желтый.

Сиамский ценится дороже бенгальского.

Шеллак содержит в себе красящее вещество. Для обесцвечивания его выпаривают в слабом растворе соды, после чего он получается светложелтого цвета.

Шеллак легко растворяется в спирте и в кипящей воде с прибавлением щелочи. Является он импортным и дорогим веществом, а потому применение его для производства зеркал весьма ограничено.

Наиболее распространенной и самой дешевой из естественных смол, употребляемых в технике лаковарения и добываемых у нас, в СССР, является канифоль.

Канифоль добывается путем перегонки сока хвойных деревьев. Сок этот в Союзе носит название «живицы» или «серки».

Получается «живица» из надрезов хвойных деревьев. Стоит она из раствора смолистых веществ (канифоли) в скипидаре. Скипидара в ней содержится от 18 до 22 проц. При нагревании скипидар в «живице» улетучивается, и остается твердая, хрупкая стекловидная канифоль.

К естественным смолам принадлежат также и асфальты.

Асфальты. Применяются главным образом для изготовления черных лаков, щелочно-устойчивых, кислотно-устойчивых и изоляционных лаков (асфальт — плохой проводник электричества). Помимо асфальтов в производство этих лаков идут еще гудроны и пеки (отходы и отбросы различных производств). По своей твердости асфальты бывают разные: от твердых, черных, блестящих до мягких и даже полужидких смол.

Наиболее употребительными являются: 1) асфальт гильосинит, блестяще-черный, с удельным весом от 1,065 до 1,07, 2) сирийский черный, с удельным весом 1,103 и 3) тринидад коричнево-черный, с удельным весом от 1,39 до 1,96.

Асфальты не растворимы в воде и в кислотах. Плохо растворяются в щелочах и совсем не растворяются в спирте. Хорошим растворителем асфальтов являются: скипидар, сероуглерод, хлороформ.

Из асфальтовых лаков, употребляемых на зеркальных фабриках для покровного слоя, наиболее распространен лак асфальтовый, скоросохнувший № 35.

Лаки масляные

Лаки масляные представляют собою продукты, состоящие из раствора различных смол в высыхающем растительном масле, к которым прибавляется летучий растворитель и необходимое количество сиккатива.

Лаки масляные, как и асфальтовые черные, подразделяются согласно ОСТ на лаки специального значения и лаки общего пользования. Лаки общего пользования в свою очередь подразделяются на лаки холодной сушки и лаки горячей сушки.

Зеркальные фабрики часто пользуются лаками общего пользования.

Все эти лаки являются малярными лаками, которые идут для покрытия мебели, металла, машин, инструментов и т. п. К этим лакам хотя и предъявляются определенные требования в отношении воздуховодонепроницаемости, все же для предохранения металлического серебра зеркала от вредного влияния атмосферы они не всегда являются достаточными. Почти все эти лаки не могут полностью предохранить слой металлического серебра от разрушения на определенный, долгий период времени.

Главнейшими растворителями, применяемыми при изготовлении масляных лаков, являются следующие:

- 1) скипидар,
- 2) нефтяные погоны «лигроин» и «лаковый бензин»,
- 3) каменноугольные погоны «сольвент-нафта».

Старейшим и лучшим растворителем является скипидар. У нас в Союзе как правило все масляные лаки готовятся на смеси из скипидара и лакового бензина, только в редких случаях — на одном бензине.

Свежеполученный скипидар представляет собою прозрачную жидкость с приятным ароматическим запахом. Скипидар-растворитель — летучий. Если на стекло налить немного скипидара, то он улетучится, не оставляя или почти не оставляя после себя следа. Получается скипидар из живицы или серки или непосредственно из пней, сучьев, хвой.

Первый называется живичным или серным и главным образом употребляется для производства лаков. Второй — пневой скипидар. Употребляется сравнительно редко, а в светлых лаках совсем не употребляется.

Скипидар — жидкость легче воды, удельный вес его от 0,863 до 0,990.

Для лаков идет скипидар с удельным весом 0,863—0,873. С водою не смешивается и не растворяется в ней.

Температура кипения скипидара от 150 до 190° Ц, температура вспышки — 40°.

Бензинами называются продукты перегонки нефти, точка кипения у которых не выше 150°.

Различают три сорта бензинов: 1) «легкий», который перегоняется почти полностью до 100°, 2) «тяжелый» — между 100 и 150° и 3) «лаковый», который начинает перегоняться от 135 до 145° и кончается около 200°.

В продаже различные погонны бензина отличаются по их удельному весу, который для

легкого бензина	колеблется в пределах	0,65—0,70...
среднего	„ „ „ „	0,73—0,75,
тяжелого	„ „ „ „	0,76—0,81.
лакового	„ „ „ „	0,76—0,81.

Сольвент-нафтой называется продукт перегонки смолы, получаемой из каменного угля при добывании его из кокса.

При нагревании смолы из нее выделяются летучие вещества, которые сгущаются при охлаждении в жидкость.

1. Первая фракция гонится при температуре 80—170°.

2. Вторая фракция гонится при температуре 170—210°.

Повторной разгонкой из них отгоняют бензол и толуол, а та часть, которая перегоняется между 120—170°, носит название сольвент-нафтой.

Удельный вес сольвент-нафты — около 0,875. Употребляется как растворитель при изготовлении масляных лаков, главным образом асфальтовых.

РЕЦЕПТУРА РАЗЛИЧНЫХ ЛАКОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ СЕРЕБРА (ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЗЕРКАЛ)

Если в отношении серебрения мы имеем несколько десятков рецептов, практически дающих вполне хорошие результаты, то в отношении рецептуры покровно-защитного слоя дело обстоит гораздо хуже.

Рецепты, применяемые за границей, составляют секрет каждого производства, общепринятые же рецепты почти все без исключения со временем теряют свою способность предохранять металлический слой серебра от атмосферных влияний.

На зеркальных фабриках в СССР наиболее часто применяется защитно-покровный слой, составленный из свинцового сурика и натуральной льняной олифы. Поверх этой краски накладывается еще какой-нибудь из масляных и асфальтовых лаков. Наиболее часто употребляется лак асфальтовый, быстро сохнущий № 35, реже — масляный лак № 420.

Из других более дорогих лаков употребляются шеллак (импортный), даммаров лак, цапон лак и баккелитовый лак.

Наиболее часто применяемые рецепты покровно-защитного слоя следующие:

Рецепт № 1

На 1 кг свинцового сурика прибавляется 100 г льняной олифы; масса замешивается до густоты. К этой смеси прибавляют небольшое количество скипидара и затем всю массу пропускают через краскотерку. К хорошо смолотой, протертой краске добавляют скипидара из расчета 120 г на 1 кг массы. Для более быстрой высыхаемости этой краски добавляется еще и некоторое количество сиккативов. Поверх этой краски накладывается слой асфальтового лака № 35, растворенного в скипидаре или бензине. Иногда покрывают лаком два раза.

Рецептура лака № 35 следующая: 40 частей стеаринового пека нагревают до 200° Ц и понемногу вводят 3 части серы. К расплавленной массе прибавляют 40 частей асфальта гильосинита, при 140—160° Ц вводят 80 частей нефтяного спирта.

Рецепт № 2

200 г даммаровой смолы смешиваются с 20 г асфальта и 40 г гуттаперчи в 800 г бензина.

После того, как лак этот просохнет, поверх него покрывают тонким слоем другой лак, состоящий из 1 части шеллака и 5 частей алкоголя.

Рецепт № 3

В котле на огне плавят 4 кг венецианского терпентина (очищенная живица). Когда он расплавится, в него вносят понемногу 8 кг оранжевого шеллака и держат котел на огне до полного расплавления смеси. Сняв котел с огня, дают ему охладиться 5—10 минут, после этого прибавляют к нему при постоянном помешивании 32 кг винного спирта и процеживают еще теплый лак через полотно.

По прошествии 24 часов на лаковое покрытие наносится второй слой. Второй слой покрывают тем же лаком, смешанным со свинцовым суриком или оранжевым кроном. Иногда в лак (для вторичного покрытия) вводят смесь из асфальтового лака, мела и скипидара. Во всех случаях краски должны быть предварительно стерты как можно тоньше и разведены настолько, чтобы легко сходили с кисти.

Рецепт № 4

Недавно был взят в Германии патент (Chem. Zeitung, 1935 г., т. 59, № 21), по которому посеребренные стекла погружаются в раствор, содержащий щелочные хроматы, щелочные бихроматы или хромовую кислоту. Образующийся тонкий, совершенно не прозрачный слой серебряного хромата защищает металл от действия наружного воздуха.

Растворы эти могут применяться как в концентрированном, так и в разбавленном виде, причем время погружения уменьшается с возрастанием концентрации. Концентрированные рас-

творы действуют уже при комнатной температуре, в то время как разбавленные должны быть нагреты, приблизительно, до 100°. Продолжительность погружения составляет, примерно, для раствора, содержащего 100 г ($K_2Cr_2O_7$ или $Na_2Cr_2O_7$), при комнатной температуре 3—6 минут.

Согласно указанию автора (К. Асман) вышеозначенной статьи защитное действие такого хроматного покрова не только не уступает действию лака, но даже превосходит его.

Рецепт № 5

Очень часто применяют как защитно-покровный слой цапонлак, который хорошо защищает от вредных влияний металлический порошок серебра.

Приготовить этот лак можно из старых фото или киноцеллулоидных пленок. Предварительно удаляют негативный слой, размачивая пленки в горячем растворе соды, после чего их обмывают теплой водой, высушивают.

Высохшие пленки разрезают на мелкие куски. На 3 г пленки берут 80 г уксусного этилового эфира и ацетона. После растворения пленок чистый раствор (готовый лак) сливают в другой сосуд с плотно притертой пробкой.

Этот лак, однако, является не весьма желательным в производстве вследствие большой огнеопасности целлулоидных пленок, а посему при его приготовлении следует быть чрезвычайно осторожным.

СУШКА ЗЕРКАЛ

После закрашки зеркала подвергаются естественной сушке током окружающего воздуха. Сушилki для этих целей бывают неподвижные, наглухо закрепленные, и подвижные, на колесиках (рис. 73). Там, где площадь позволяет, безусловно, следует делать подвижные сушилы на колесиках или, еще лучше, на узкоколейных рельсах с устройством поворотных кругов.

Неподвижные сушилы имеют следующие существенные недостатки: рабочие-красильщики вынуждены каждый раз перемещать столы, где производится закрашка зеркала, чтобы не носить на руках закрашенные изделия. Это отнимает много

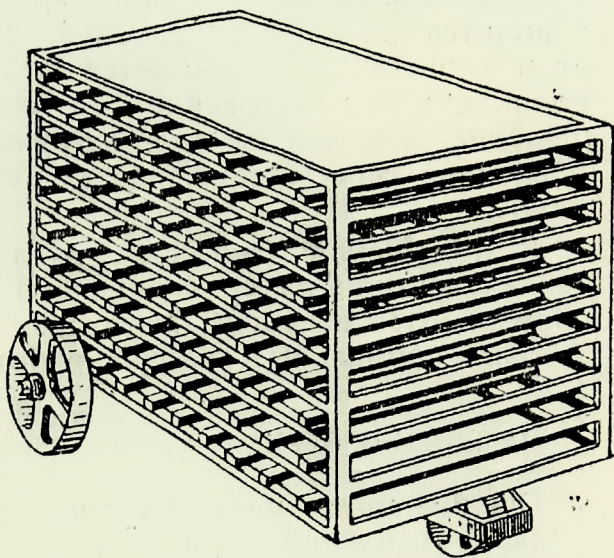


Рис. 73. Подвижная сушилка

времени и, безусловно, снижает сильно производительность труда красильщика.

Кроме того, рабочий-красильщик вынужден работать в чрезвычайно вредной атмосфере выделения паров скипидара, так как постоянная передвижка стола с козлами от одного места сушил к другому лишает возможности устройства над работающим вытяжного зонта.

При подвижных сушилах «красилка» (помещение, где производится рабочим закрапка зеркала) отделяется совершенно от помещений, где находятся сушилы. Подвижная сушилка на роликах или узкоколейном рельсовом пути, подъезжая в помещение закрапки зеркал, загружается таковыми и отводится обратно в свое, специально для сушки предназначенное, помещение.

В помещении закрапки зеркал должна быть устроена усиленная вентиляция со специально устроенным над столом, где производится закрапка, вытяжным зонтом, гарантирующим для рабочих нормальные условия работы.

ОМЕДНЕНИЕ ЗЕРКАЛ

Предохранить металлический слой серебра на поверхности зеркала от влияний атмосферы, а также от механических повреждений возможно еще и путем нанесения слоя какого-либо другого металла. Обычно пользуются для этих целей медью.

Омедненные зеркала отличаются особой устойчивостью по отношению к вредному атмосферному влиянию. Главным образом омедненные зеркала идут для специальных целей, где требуется особая их устойчивость.

Способ получения защитного металлического слоя состоит в следующем: в деревянный бак или сосуд, обложенный внутри гуттаперчей, помещают зеркало. На расстоянии 1 см от посеребренной поверхности стекла укрепляют медный лист, равный по величине стеклу. После этого приготавливают нейтральный раствор меди из $12\frac{1}{2}$ частей медного купороса, растворенного в 60 частях воды и 14 частях сегнетовой соли, растворенной в воде. Медь осаждается в виде виннокислой соли, осадок которой вновь растворяется прибавлением соответствующего количества едкого натра или аммиака.

Этот раствор разбавляют равным ему количеством воды, вливают в сосуд и приводят в соединение посеребренную оболочку стекла с отрицательным полюсом элемента посредством медной проволоки. Одновременно соединяют медный лист с положительным полюсом элемента. Серебряный слой начинает быстро покрываться отлагающейся медью, и в зависимости от толщины медного слоя зеркало оставляют в растворе от 10 до 50 минут.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ВОПРОСУ СЕРЕБРЕНИЯ СТЕКЛА И ПОКРЫТИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ЗЕРКАЛА

Выше нами уже отмечалось, с какими предосторожностями следует вести процесс серебрения и закраски зеркал для получения доброкачественных изделий.

Чрезвычайно важным моментом и в этом процессе является правильная и четкая организация труда серебряльщиков и рабочих, занятых на окраске зеркал.

Организация труда, способствующая стахановским методам работы, и в этом цехе должна быть организована со строгим разделением труда мастеров-серебряльщиков, рабочих-серебряльщиков, рабочих по окраске зеркал и подсобной рабочей силы в следующем порядке:

1. Все рабочие растворы составляются в химической лаборатории при непосредственном участии мастера-серебряльщика.

2. Укладка стекла на стол и само серебрение производятся рабочими-серебряльщиками.

3. Подноска стекла к наводным столам, снятие посеребренного стекла и установка на сушильные батареи (сушилки), отнеска стекла в красильное отделение должны производиться подсобными рабочими.

4. Все операции по приготовлению краски, лаков и т. п. по указанию мастера выполняются также подсобными рабочими.

5. В красильном отделении должны быть установлены два стола для закраски зеркал.

На одном из них рабочий-красильщик производит закраску, второй стол в это время подготавливается подсобной рабочей силой к закраске (производится укладка стекол).

Во время закраски второго стола подсобный рабочий с первого снимает закрашенные зеркала, укладывая их в сушилки, и отвозит таковые в сушильную камеру.

Снятие закрашенных зеркал с сушил и отнеска их в отделение чистки также производятся подсобной рабочей силой.

Такое разделение труда, которого, как правило, редко придерживаются зеркальные фабрики, дает большую эффективность в росте производительности труда основного рабочего, а также способствует повышению качества на всех операциях.

Оформление зеркал

Оформление зеркала может быть произведено различными материалами, как-то: деревом, металлом, целлулоидом, бумагой, картоном, дерматином, агатом, из пластмассы и т. п.

Главным образом оформление массовой продукции зеркал сводится к двум основным видам:

- 1) оформление деревом — фанерой (деревянные основания),
- 2) оформление в картонно-дерматинных и бумажных оправах.

Оформление зеркал на деревянных основаниях происходит главным образом по следующим видам и размерам зеркал:

1. Зеркала туалетные (размеры в см)

15/10, 20/15, 25/20, 30/20, 30/25, 35/25, 40/25, 40/30, 45/30, 45/35, 50/35, 50/40, 55/40, 55/45, 60/40.

2. Подрамочки (размеры в см)

55/40, 55/45, 60/45, 60/50, 60/55, 65/50, 70/45, 90/45, 100/55, 115/60, 125/65, 135/70 и т. д.

3. Трельяжи (размеры в см)

35×30×15; 40×35×17,5; 45×40×20; 50×45×22,5; 55×45×22,5; 60×50×25; 65×50×25; 70×55×27,5; 145×60×50; 160×60×50; 180×70×55.

4. Трюмо (размеры в см)

130×55; 140×55; 150×55; 160×60; 175×60 и т. д.

5. Ручники в деревянных оправах различных размеров

Дерево для всех этих основных пяти видов применяется различной породы.

Зеркала туалетные (рис. 74) согласно существующему стандарту допускают крепление к полику (деревянному основанию) металлической накладной ножки (рис. 75) до размеров зеркал в 30×20 см включительно. Зеркала выше этих размеров дол-

жны иметь уже на полике (деревянном основании) врезную ножку (рис. 75).

Обычно полики для зеркал размерами до 30×20 см делают из фанеры толщиной 6—7 мм. Технологический процесс из-

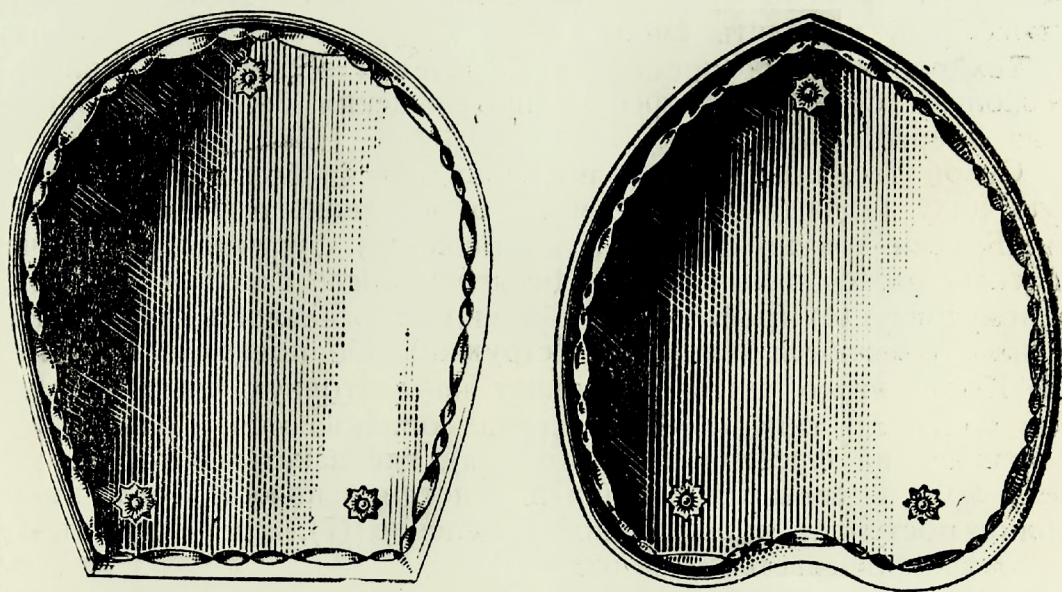


Рис. 74. Зеркала туалетные

готовления этих поликов чрезвычайно прост (рис. 36, см. вклейку в конце книги). Листы фанеры нарезаются по размерам зеркал на циркульных пилах (1 и 1а). После этого полотно фанер-

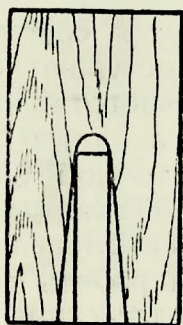


Рис. 75. Полик с врезной ножкой

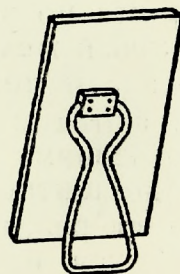
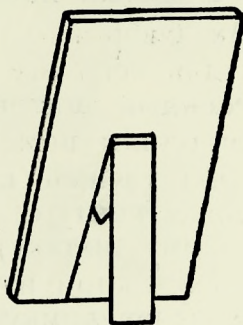


Рис. 76. Полик с металлической ножкой

ных поликов отшлифовывается (отшкуривается) на шкурочных станках (7) (шкурочные станки представляют собою диски, обитые наждачной шкуркой и посаженные на вертикальный вал).

Здесь же на шкурочных станках заделываются края (закатка). После этого полики поступают в полировочную (9), где происходит лакировка (предварительная подготовка) и окончательная полировка поликов.

Начиная с размеров 30×25, зеркала потребительские уже должны быть сделаны с врезной ножкой (рис. 76).

Для оформления различных потребительских зеркал (рис. 74, 75, 76) может быть применима фанера толщиной не менее 8—10 мм, ольха, реже — береза. Как правило, дерево для таких целей должно применяться сухое и не из хвойных пород (способных выделять смолу).

Технологический процесс изготовления этого вида поликов несколько сложнее и требует прохождения большего количества операций (рис. 36).

Сухой тес, пройдя сушилку, попадает на большую циркулярную пилу (1), где нарезается на определенного размера бруски. Бруски эти на фуганочном станке (2) фугуются, после чего склеиваются в щиты (3). Щиты эти после склейки проходят рейсмусовку (4) (рейсмусовка — вид строгального станка), где отшлифовываются (снимается стружка) обе поверхности полика. После этого щиты поступают на ленточную пилу (6), где они точно по типу (фигуре) зеркал опиливаются. Дальше щит поступает на фрезерный станок (6а), где закатываются на полке края и делаются выемки для петли и ножки. После этого полик поступает в шкурочное отделение (7), где окончательно отшлифовывается для отделки.

Отделка полика происходит в полировочном отделении (9). Предварительно для различной подправки полик еще поступает и на верстаки (8), где мастер-столяр вручную отделяет или подправляет его.

В полировочном отделении полик отделяется в разные оттенки; ольха отделяется обычно под красное дерево, фанера, береза — под естественный цвет дуба.

На многих зеркальных фабриках практикуется еще очерчивание щита по зеркалу, для чего все щиты поступают сначала в сборочный цех. Там каждый щиток очерчивается по размеру зеркала и помечается одним номером. После этого полики возвращаются в деревообделочный цех для точной опилки по очерченному на полке контуру зеркала. Такая чертежка зеркал по щитку (неготовому полику) ничем не оправдывается и является результатом небрежной и неточной работы на фабриках. Такая чертежка создает ломку производственного потока в изготовлении полика, лишние операции, и все это только потому, что шлифовальщики и резчики работают не точно по угольнику и допускают, в особенности при шлифовке на чугунной шайбе или плите, большие отклонения в размерах стекол и зеркал.

Эту стадию работы по изготовлению полика как необоснованную зеркальные фабрики должны ликвидировать, одновременно проследив за тем, чтобы в резном цехе и в особенности в фацетном стеклах и зеркалах изготавливались точно по угольнику, в соответствии с заданными размерами.

Если средние и крупные размеры (30×25 и выше) зеркал изготавливаются из толстой фанеры, а не из теса, то ведение процесса изготовления поликов несколько упрощается.

Как видно из схемы (рис. 36), листы фанеры после нарезки на определенные размеры, поступают сразу на фрезер для закатывания края полика и выемки для подставки (ножки по-

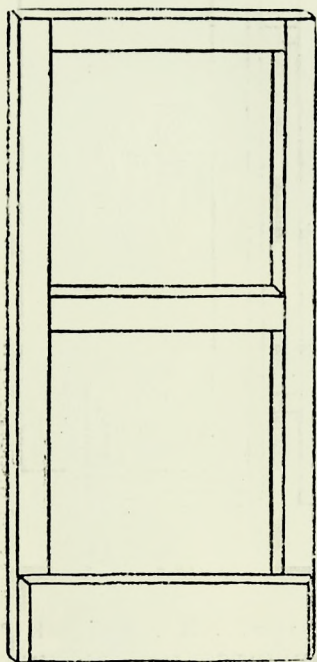


Рис. 77. Деревянный подрамник без зеркала

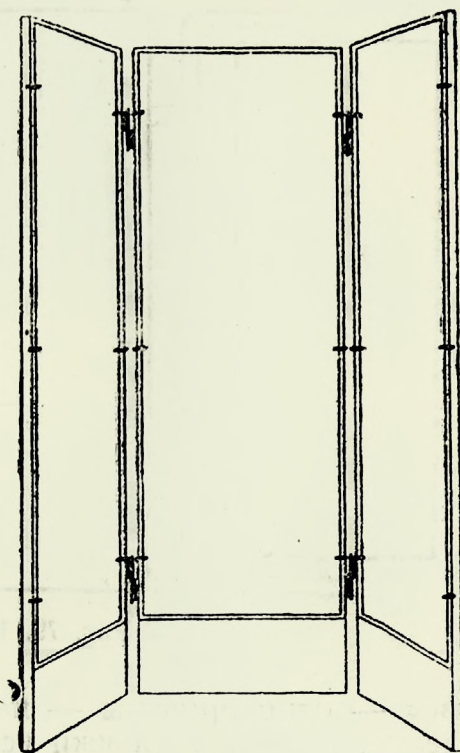


Рис. 78. Трельяж

лика). Таким образом, при фанерном полике самые трудоемкие стадии процесса, как-то: фуговка брусков, склейка, строжка поверхности рейсмусовкой, ликвидируются. На дальнейших стадиях процесса изготовления фанерного полика также значительно уменьшается его трудоемкость, тем самым увеличивая производительность рабочего и агрегата. Готовый фанерный полик значительно красивее, чем такой же, сделанный из дерева, так как первый легче и красивее в окончательной отделке—полировке.

Подрамники (рис. 77) для зеркал изготавливаются главным образом из сухого соснового теса. Планки, напиленные из этих досок, должны быть хорошо выверены, дабы не получилось перекоса в готовых изделиях. Скрепляются планки в щит на клею.

Задняя сторона подрамника заклеивается фанерой. Внизу к нижней планке подрамника приделывается плинтус (брусок) во всю ширину зеркала. Высота плинтуса колеблется в пределах

от 6 до 10 см. Плинтус и ребра подрамников должны быть хорошо отполированы. Обычно подрамники полируются под красное дерево.

Трельяжи (рис. 78). Процесс изготовления трельяжей аналогичен почти изготовлению подрамников. Разница только в створках (задних стенках) трельяжей, которые должны быть

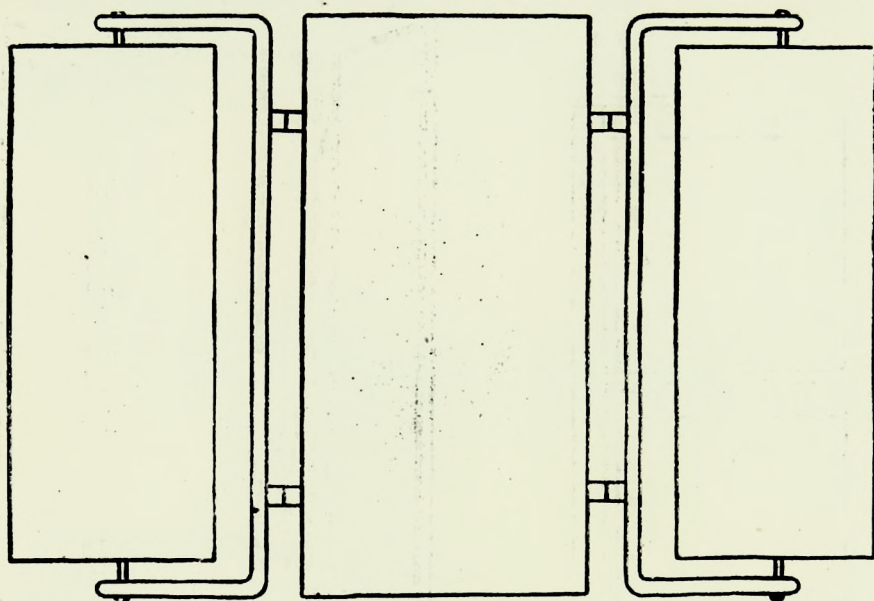


Рис. 79. Трельяж

отделаны — отполированы — наравне со всеми другими частями изделия, так как трельяжи устанавливаются на столиках или других открытых местах. Часто трельяжи отделяются филенками, которые закрепляются штапиками, отделанными с наружной стороны. Соединяются все эти основные части трельяжа (середина и боковинки) металлическими петлями обыкновенного типа (складные). Петли привертываются к ребрам, где обязательно должны быть сделаны углубления, куда они и вставляются (петли не должны касаться своими краями зеркала).

Иногда для лучшего оформления трельяжей прибегают к специальным петлям (рис. 79).

Трюмо (рис. 80, 81). Изготовление этих изделий является индивидуальным и требует особой квалификации столяров. Эти квалификации настолько остродефицитны, что сейчас в большинстве своем зеркальные фабрики перестали выпускать трюмо на рынок.

Ручники (рис. 82, 83). Оформление ручников деревом сравнительно редко бывает. Наиболее частое оформление ручников бывает в металлической, отполированной и отникелированной оправе.

Последнее время зеркальные фабрики стали оформлять различные мелкие зеркала, в том числе и ручники, целлулоидом.

В этих зеркалах окантовка производится цветным целлулоидом. Процесс оформления целлулоидом чрезвычайно прост. Длинные листы целлулоида окрашиваются в различные цвета (иногда их получают цветными). Затем их нарезают на узкие полоски, после чего таковые протягиваются через специально сделанный тянущий станок. Протянутые целлулоидные прут-

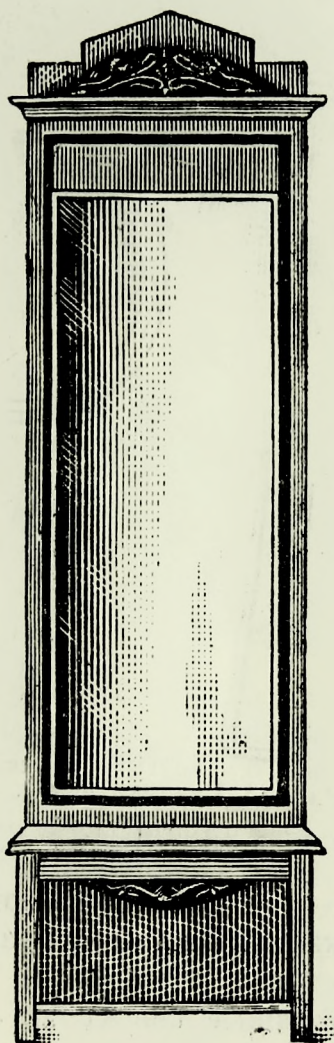


Рис. 80. Трюмо

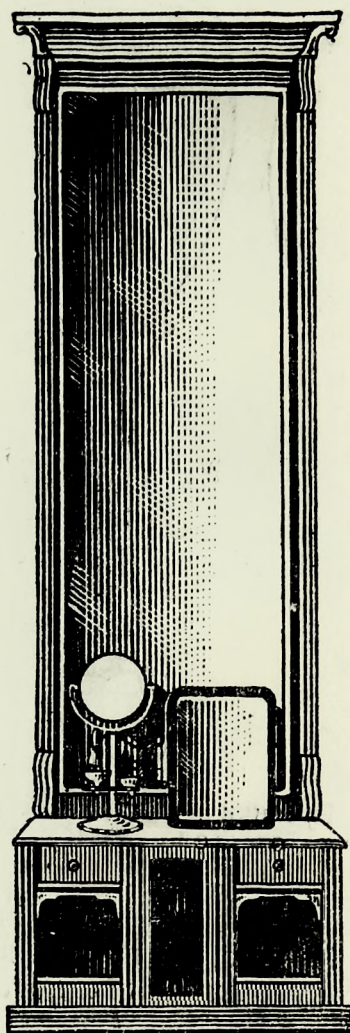


Рис. 81. Трюмо

ки нарезаются по соответствующим размерам и окантовываются по периметру зеркала. Углы скрепляются уголками из целлулоида (место спайки). Зеркала в таких оправах выгодно отличаются по своему внешнему виду. По прочности они на много уступают зеркалам в металлических и деревянных оправах.

Помимо целлулоидных оправ последнее время зеркальными фабриками делаются попытки оформлять зеркала другими различными материалами, как-то: полики из агата, пластмассы

и т. п. Безусловно, эти материалы имеют огромные преимущества перед другими видами оправ благодаря своим исключительно ценным качествам и красоте. Однако освоение этого вида материалов для разного рода оправ и оснований (поликов) для зеркал сопряжено еще пока с целым рядом затруднений.

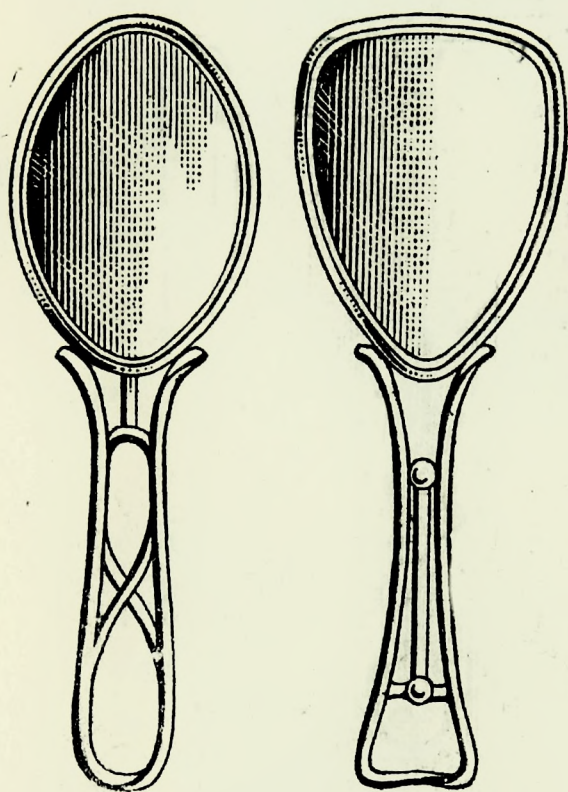


Рис. 82. Ручники в металлической оправе

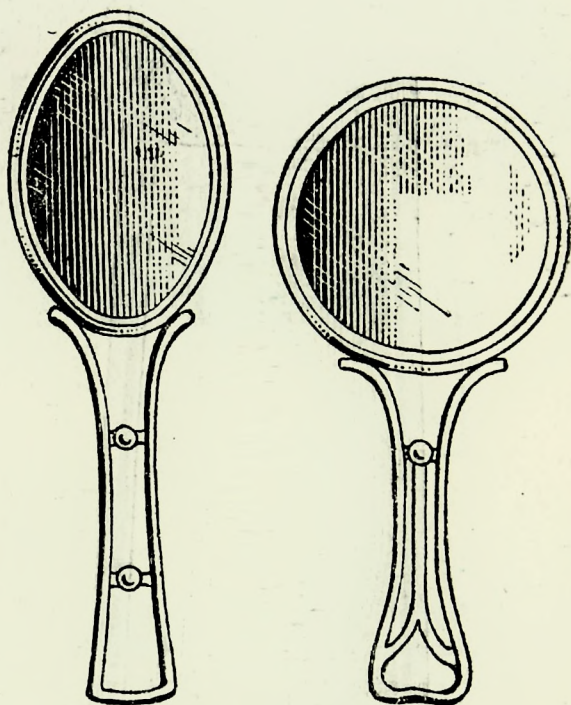


Рис. 83. Ручники в металлической оправе

Особый интерес представляет художественное оформление зеркала. На рис. 84 представлено зеркало в медной оправе, отделанное кусочками цветного стекла.

На рис. 85 показаны зеркала, отделанные сверху кусочками зеркал и гравировочной (травленной) рамкой.

Художественной отделкой зеркал сейчас зеркальные фабрики почти не занимаются.

Из существующих фабрик только одна Ленинградская зеркальная фабрика (Деминская) имеет специальный цех по художественной отделке зеркал, который далеко не на высоте своего положения. Рисунки (84 и 85) художественного оформления зеркал показаны здесь как пример и, безусловно, являются устарелыми как по своей форме, так и по оформлению.

Задача зеркальных фабрик—производство новых, более совершенных образцов художественного оформления зеркал, от-

вечающих современным требованиям потребителя нашего Советского Союза.

Оформление галантерейных зеркал производится сейчас главным образом в бумажной и дерматинно-картонной оправе. Стандарты, существующие на галантерейные зеркала, не ограничивают размеры, так как в большинстве своем при выработке этих зеркал используются различные отходы при резке стекла. Поэтому существуют различные размеры и номера этих изделий.

Примерно, размеры колеблются для карманных зеркал от 6×6 см до 6×9 см.

Дорожные зеркала бывают следующих размеров:

$9,5 \times 5,5$ см,	$12 \times 8,5$ см,	$14,5 \times 11$ см,
$10,5 \times 7$ см,	13×9 см,	16×12 см,
		17×13 см,
$11,5 \times 8$ см,	14×10 см,	$19 \times 14,5$ см.

Кратко процесс приготовления карманных зеркал происходит следующим образом: для определенного размера зеркал вырезывается такого же размера картон, который прикладывается к зеркалу и окантовывается с ним бумажной или дерматинной лентой.

Окантованное зеркало наклеивается на папку. Папки изготавливаются из картона и оклеиваются цветной бумагой, коленкором или дерматином. Все процессы, как-то: резание картона, бумаги, промазка, окантовка и т. п., производятся в большинстве своем вручную. Правда, картон и бумага режутся специальными машинками, однако, процессы все же происходят вручную.

Склеенные папки подвергаются штамповке, где на особых прессах выдавливаются рельефы.

После отделки на прессах папки поступают на сгибальные машины. Сгибы делают для того, чтобы можно было папку согнуть.

Вторым, наиболее распространенным видом галантерейных зеркал являются так называемые дорожные.

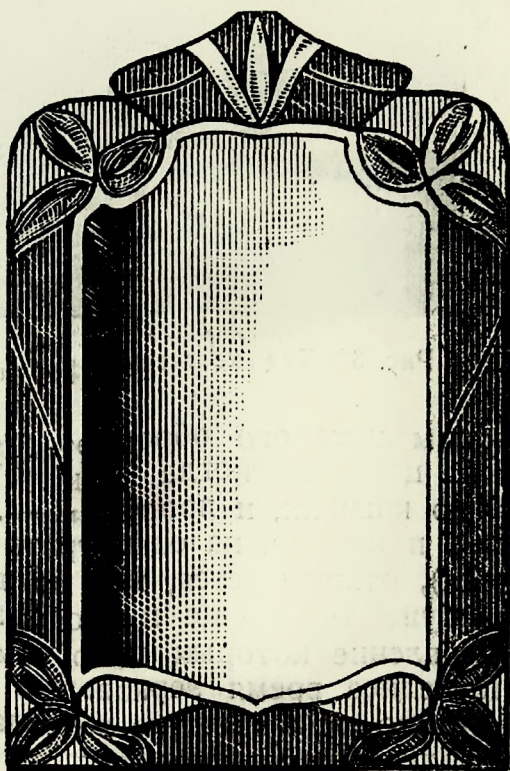


Рис. 84. Художественно оформленные зеркала в медной оправе

Процесс изготовления их мало чем отличается от описанного выше. Отличием в этом виде зеркал от предыдущего типа является основная рамка — футляр. Футляр делается из деревянных специально нарезанных штапиков. Распиловка краев штапиков должна быть под углом в 45° . Складывая эти штапики по периметру, большему, чем периметр зеркала, и склеивая их плотно (склеивку делают по металлическому шаблону), получают рамку. Под рамку подклеивают картон,

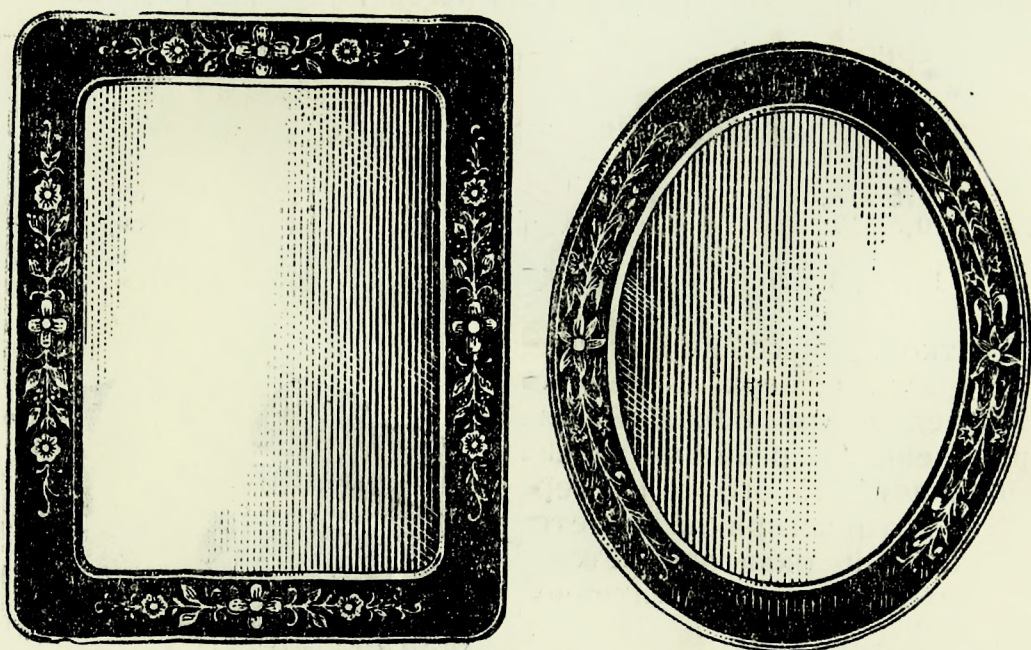


Рис. 85. Художественно оформленные зеркала с травленной рамкой

концы которого обрезают. Крышку футляра делают двух видов: цельную, когда зеркало прикрепляется верхним краем к краю крышки, и прорезанную. Здесь крышка, будучи прорезанной, примерно, на одну треть своей длины (считая от верхнего края), откидывается, как на шарнире.

Существует еще много различных видов этих изделий, изготовление которых мало чем отличается от описанных выше. Последнее время зеркальные фабрики стали изготавливать дерматинно-целлулоидные зеркала. В этих зеркалах окантовка производится цветным целлулоидом.

Галантерейные зеркала являются массовой продукцией, оформление которых сейчас не отличается особым изяществом, и здесь художественная отделка и оформление этого типа зеркал, безусловно, должны быть на уровне нашего времени и во вкусе нашего советского потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проф. В. И. Лебедев, Оптика и стекло, изд. 1928 г.
2. Дралля-Кеппелер, Производство стекла, т. I, часть 1-я и 2-я.
3. Инж. М. А. Безбородов и М. Ф. Шур, Производство стекла, изд. 1932 г.
4. Инж. Лиознянская и инж. С. И. Иоффе, Отжиг промышленных стекол.
5. Инж. И. Е. Шапиро, Производство оконного стекла по способу Фурко, изд. 1931 г.
6. К. И. Педдль, Пороки стекла (перевод с английского, изд. 1931 г.).
7. А. Венделер, Машинное производство стекла (перевод с немецкого), изд. 1934 г.
8. Г. М. Ипполитов и Е. П. Какушадзе, Производство корунда и карборунда и их применение, изд. 1933 г.
9. К. Дэве, Руководство по обработке точных оптических стекол (перевод с французского), изд. 1934 г.
10. Проф. Самойлов, Введение в кристаллографию, т. XXXIV, изд. 1906 г.
11. Абразивы НИС, Техпроп НКТП, издание 1935 г. под редакцией акад. Ферсмана и других.
12. И. С. Шур, Обработка стекольных изделий.
13. Александров, Зеркальное производство.
14. Г. Г. Бродерсон, Зеркальное производство.
15. Е. Ангерер, Лабораторная техника, изд. 1934 г.
16. Л. Шпрингер, Стекольное производство и его достижения за последние 10 лет (перевод с немецкого), изд. 1928 г.
17. Проф. Ковалев и инж. Клюковский, К вопросу о шлифовке толстых стекол, полученных литьем и способом Фурко, изд. 1934 г.
- 17а. Б. С. Темкин, Шлифовка и полировка стекла Фурко, изд. 1936 г.
18. Технология лакокрасочных производств, вып. I, изд. 1934 г.
19. Белецкий, Производство масляных лаков, вып. VI, изд. 1934 г.
20. D. French, Opt. Col. Soc. 1916/17 № 1 и № 2.
21. «Керамика и стекло», 1932 г., № 4, 1931 г., № 9, 1934, № 9.
22. «Оптико-механическая промышленность», 1935 г., № 3 и № 7.
23. Preston W. F. Soc., gl. Techn., 1930 г., т. XIV.
24. F. Zschaëke, gloschütte, 1934 г., № 12.
25. Mayer, B. Sprechsal, 1928 г., № 31.
26. Ker. Kundschau, 1931 г., № 7.
27. Wolf. Keram. Kundschau, 1931 г., № 25.
28. Wolf. Keram. Kundschau, 1931 г., № 361.
29. M. Wolmer Glast Ber. 1931 г., № 9.
30. Sprechsal, 1934 г., № 31.
31. K. Arman Cuem. Zig. 1935 г., m. 59, № 21.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
Краткий исторический очерк	5
Листовое стекло как полуфабрикат для изготовления зеркал	9
Сырье для варки стекла	9
Приготовление состава (шихты) для варки стекла	14
Варка стекла	14
Выработка листового оконного стекла ручным способом	17
Производство оконного стекла по способу Фурко	22
Производство зеркального литого стекла	29
Пороки стекла	35
Обработка стекла	56
Определение твердости минералов	56
Абразивные материалы	57
Искусственные абразивные материалы: электрокорунд и карборунд	58
Абразивные изделия	60
Искусственные шлифовальные круги	61
Фацетировка и другие виды обработки листового стекла для производства зеркал и изделий технического назначения	66
Гравировочные работы	91
Обработка (шлифовка и полировка) плоскости стекла	93
Подготовка стекла к серебрению	121
Ремонт зеркала	124
Серебрение стекла	126
Главнейшие химические вещества, применяемые в процессе серебрения	126
Рецептура серебрения	135
Способы серебрения	142

Алюминированные зеркала	148
Опасность взрывов при серебрении стекла	150
Дефекты при серебрении стекла и их предупреждение	152
Покровно-защитный слой металлического серебра (Пленкообразующие вещества	156
Рецептура различных лаков для покрытия металлического слоя серебра (при изготовлении зеркал)	163
Сушка зеркал	165
Омеднение зеркал	166
Общие замечания по вопросу серебрения стекла и покрытия защитного слоя зеркала	167
Оформление зеркал	168
Список литературных источников	177

Редактор Д. Столярова Тех. редакторы: А. Алексеев и Скворцов
Корректор М. Иванова

КОИЗ № 147/2 Сдана в набор 7/І 1937 г. Подписана к печати 29/ІІІ 1937 г.
Печатных листов 11,25, Формат бум. 62 x 94¹/₁₆ в 1 п. л. 46.000 зн.
Зак. № 5 Уп. главлита Б—10343 Тираж 2.000 экз.

Тип. изд «Дер Эмес», Москва, Покровка, 9

ЦЕНА 4 РУБ